ผลของการใช้รูปแบบการเรียนการสอน EIMA ที่มีต่อมโนทัศน์เรื่องบรรยากาศ และความสามารถในการสร้างคำอธิบายของนักเรียนมัธยมศึกษาตอนต้น

นางสุรีรัตน์ จุ้ยกระยาง

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาครุศาสตรมหาบัณฑิต
สาขาวิชาการศึกษาวิทยาศาสตร์ ภาควิชาหลักสูตร การสอนและเทคโนโลยีการศึกษา
คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
ปีการศึกษา 2553
ลิขสิทธิ์ของจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

EFFECTS OF USING EIMA INSTRUCTION MODEL ON CONCEPTS OF ATMOSPHERE AND ABILITY IN EXPLANATION MAKING OF LOWER SECONDARY SCHOOL STUDENTS

Mrs. Sureerat Juykrayang

A Thesis Submitted in Partial Fulfillment of Requirements
for the Degree of Master of Education Program in Science Education
Department of Curriculum, Instruction and Educational Technology
Faculty of Education
Chulalongkorn University
Academic Year 2010

Copyright of Chulalongkorn University

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

หัวข้อวิทยานิพนธ์	ผลของการใช้รูปแบบการเรียนการสอน EIMA ที่มีต่อมโนทัศน์เรื่องบรรยากาศ และความสามารถในการสร้างคำอธิบายของนักเรียนมัธยมศึกษาตอนต้น
โดย	นางสุรีรัตน์ จุ้ยกระยาง
สาขาวิชา	การศึกษาวิทยาศาสตร์
อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก	รองศาสตราจารย์ ดร.พิมพันธ์ เดชะคุปต์

คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย อนุมัติให้นับวิทยานิพนธ์ฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญามหาบัณฑิต

..... คณบดีคณะครุศาสตร์

(ศาสตราจารย์ ดร.ศิริชัย กาญจนวาสี)

คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์

..... ประธานกรรมการ

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.อลิศรา ชูชาติ)

..... อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก

(รองศาสตราจารย์ ดร.พิมพันธ์ เดชะคุปต์)

.....กรรมการภายนอกมหาวิทยาลัย

(รองศาสตราจารย์ ดร.ประจวบจิตร คำจัตุรัส)

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

สุรีรัตน์ จุ้ยกระยาง : ผลของการใช้รูปแบบการเรียนการสอน EIMA ที่มีต่อมโนทัศน์เรื่อง บรรยากาศ และความสามารถในการสร้างคำอธิบายของนักเรียนมัธยมศึกษาตอนต้น
(EFFECTS OF USING EIMA INSTRUCTION MODEL ON CONCEPTS OF ATMOSPHERE AND ABILITY IN EXPLANATION MAKING OF LOWER SECONDARY SCHOOL STUDENTS)
อ.ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก: รศ.ดร.พิมพันธ์ เดชะคุปต์, 127 หน้า

การวิจัยนี้เป็นการวิจัยกึ่งทดลอง มีวัตถุประสงค์เพื่อ 1) เปรียบเทียบมโนทัศน์เรื่องบรรยากาศของนักเรียนมัธยมศึกษาตอนต้นก่อนเรียนและหลังเรียนวิทยาศาสตร์โดยใช้รูปแบบการเรียนการสอน EIMA 2) เปรียบเทียบมโนทัศน์เรื่องบรรยากาศหลังเรียนของนักเรียนมัธยมศึกษาตอนต้นระหว่างกลุ่มที่เรียนวิทยาศาสตร์โดยใช้รูปแบบการเรียนการสอน EIMA กับกลุ่มที่เรียนวิทยาศาสตร์แบบปกติ 3) ศึกษาความสามารถในการสร้างคำอธิบายของนักเรียนมัธยมศึกษาตอนต้นหลังเรียนวิทยาศาสตร์ด้วยรูปแบบการเรียนการสอน EIMA กลุ่มตัวอย่าง คือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โรงเรียนศรีผไทสมันต์ ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2553 จำนวน 2 ห้องเรียนโดยกำหนดให้เป็นกลุ่มทดลอง จำนวน 31 คน เรียนโดยใช้รูปแบบการเรียนการสอน EIMA และกลุ่มเปรียบเทียบจำนวน 30 คน เรียนโดยใช้รูปแบบการเรียนการสอนแบบปกติ เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย ได้แก่ 1) แบบวัดมโนทัศน์เรื่องบรรยากาศมีค่าความเที่ยงเท่ากับ 0.82 ค่าความยากง่ายอยู่ในช่วง 0.54-0.83 ค่าอำนาจจำแนกอยู่ในช่วง 0.21-0.86 และแบบประเมินความสามารถในการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์มีค่าความเที่ยง 0.76 วิเคราะห์ข้อมูลด้วยสถิติค่าเฉลี่ย ค่าเฉลี่ยร้อยละ ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และสถิติทดสอบค่าที

ผลการวิจัยสรุปดังนี้

1.นักเรียนที่เรียนโดยใช้รูปแบบการเรียนการสอน EIMA มีคะแนนเฉลี่ยมโนทัศน์เรื่องบรรยากาศหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

2.นักเรียนกลุ่มที่เรียนโดยใช้รูปแบบการเรียนการสอน EIMA มีคะแนนเฉลี่ยมโนทัศน์เรื่องบรรยากาศ สูงกว่านักเรียนที่เรียนโดยใช้รูปแบบการเรียนการสอนแบบปกติ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05

3.นักเรียนที่เรียนโดยใช้รูปแบบการเรียนการสอน EIMA มีคะแนนเฉลี่ยความสามารถในการสร้างคำอธิบายเท่ากับร้อยละ 88.01 และมีคะแนนเฉลี่ยความสามารถในการสร้างคำอธิบายใน 12 หัวข้อเรื่อง เท่ากับร้อยละ 83.67 86.67 80.95 86.67 90.47 93.33 88.57 91.43 80.95 90.47 86.67 83.30 90.47 และ 92.39 ตามลำดับ ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนดคือร้อยละ 70 มีความสามารถระดับดีมาก

ภาควิชา หลักสูตร การสอนและเทคโนโลยีการศึกษา ลายมือชื่อนิสิต สุรีรัตน์ จุ้ยกระยาง
สาขาวิชา การศึกษาวิทยาศาสตร์ ลายมือชื่อ อ.ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก .....
ปีการศึกษา 2553

5183412027: MAJOR SCIENCE EDUCATION

KEYWORDS: EIMA INSTRUCTION MODEL / ATMOSPHERE CONCEPTS / EXPLANATION MAKING ABILITY.

SUREERAT JUYKRAYANG: EFFECTS OF USING EIMA INSTRUCTION MODEL ON CONCEPTS OF ATMOSPHERE AND ABILITY IN EXPLANATION MAKING OF LOWER SECONDARY SCHOOL STUDENTS. ADVISOR: ASSOC.PROF.PIMPAN DACHAKUPT, Ph.D., 127 pp.

This study was a quasi-experimental research. The purposes of this research were 1) to compare atmosphere concepts of lower secondary school students before and after learning atmosphere by using EIMA instruction model, 2) to compare atmosphere on concepts of lower secondary school students after learning atmosphere between groups learning by using EIMA instruction model and conventional teaching method 3) to study ability in making explanation of lower secondary school students after learning atmosphere by using EIMA instruction model. The samples were two classes of Mathayom Suksa 1 students of Sripathaisaman School, Surin Province, in academic year 2010. These samples were divided into two groups: an experimental group, which learned atmosphere by using EIMA instruction model, a comparative group which learned atmosphere by using conventional instruction. The research instruments were atmosphere concepts test with reliability at 0.82 the level of difficulty 0.54-0.83 between, and the level of discrimination between 0.21-0.86 and ability in making explanation evaluation from with content validity at 0.76. The collected data were analyzed by using arithmetic mean, mean of percentage, standard deviation. The hypotheses were tested by using t-test.

The research findings were summarized as follows:

1. The experimental group's average scores of pretest in atmosphere concepts was higher than posttest score at .05 level of significance.

2. The experimental group's average scores of posttest in atmosphere concepts was higher than the control group's posttest score at .05 level of significance.

3. The experimental group's mean score of explanation making ability was at the percentages of 88.01 and the mean score of explanation making ability of all 12 topics were at the percentage of 83.67 86.67 80.95 86.67 90.47 93.33 88.57 91.43 80.95 90.47 86.67 83.30 90.47 and 92.39 in sequence, which were higher than the passing level of criterion score set at the percentage of 70, and can be rated as excellence in sequence.

Department: Curriculum, Instruction, and Educational Technology
Student's Signature Sureerat Juykrayang
Field of Study: Science Education
Advisor's Signature
Academic Year: 2010

กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จลุล่วงได้ด้วยดี เนื่องมาจากความเมตตากรุณาและความช่วยเหลืออย่างดียิ่งจากรองศาสตราจารย์ ดร.พิมพันธ์ เดชะคุปต์ อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ ในการให้คำปรึกษา อบรมสั่งสอน ข้อเสนอแนะและข้อคิดต่างๆอันเป็นประโยชน์และมีคุณค่ายิ่งต่อการวิจัย และการประกอบวิชาชีพครู ผู้วิจัยตระหนักและซาบซึ้งในความกรุณาและความปรารถนาดีที่ได้รับ จึงขอกราบขอบพระคุณท่านอาจารย์เป็นอย่างสูงไว้ ณ โอกาสนี้

ขอกราบขอบพระคุณ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.อลิศรา ชูชาติ ประธานกรรมการสอบวิทยานิพนธ์และรองศาสตราจารย์ ประจวบจิตร คำจตุรัส กรรมการสอบวิทยานิพนธ์ ที่กรุณาให้คำแนะนำในการปรับปรุงวิทยานิพนธ์ฉบับนี้ให้มีความถูกต้องและสมบูรณ์ยิ่งขึ้น ตลอดจนผู้ทรงคุณวุฒิทุกท่านที่กรุณาตรวจสอบ และให้ข้อเสนอแนะในการพัฒนาคุณภาพเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้

ขอกราบขอบพระคุณผู้บริหารและคณาจารย์โรงเรียนศรีผไทสมันต์ทุกท่านที่กรุณาให้โอกาสในการทำงานวิจัย และให้ความช่วยเหลืออำนวยความสะดวกในการทำวิจัยจนสำเร็จลุล่วง และขอบคุณนักเรียนทุกคนที่ให้ความร่วมมือเป็นอย่างดีในการวิจัยครั้งนี้

ขอกราบขอบพระคุณบิดา มารดา และครอบครัวที่ให้ความรัก ความห่วงใย และกำลังใจ ตลอดจนให้การสนับสนุนในทุกด้านเสมอมาจนการวิจัยในครั้งนี้ประสบความสำเร็จลุล่วงด้วยดี

ขอขอบคุณบุคคลอันเป็นที่รักทุกคนที่คอยช่วยเหลือให้ความห่วงใย ความเข้าใจ และเป็นกำลังใจที่ดีให้กันเสมอมา

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

สารบัญ

		หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย		ง
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ		จ
กิตติกรรมประกาศ		ฉ
สารบัญ		ช
สารบัญตาราง		ฌ
สารบัญภาพ		ฎ
บทที่		
1	บทนำ	1
	ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา	1
	คำถามการวิจัย	7
	วัตถุประสงค์การวิจัย	7
	สมมติฐานการวิจัย	7
	ขอบเขตการวิจัย	9
	นิยามศัพท์	9
	กรอบแนวคิดในการวิจัย	11
2	เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	12
	การสร้างคำอธิบาย	13
	มโนทัศน์เรื่องบรรยากาศ	21
	รูปแบบการเรียนการสอน EIMA	33
	งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	48
3	วิธีดำเนินการวิจัย	51
	การกำหนดประชากรและกลุ่มตัวอย่าง	52
	การสร้างเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย	53
	การดำเนินการทดลองและเก็บรวบรวมข้อมูล	62
	การวิเคราะห์ข้อมูล	64
4	ผลการวิเคราะห์ข้อมูล	65

บทที่ **หน้า**

5 สรุปผลการวิจัย อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ……

สรุปผลการวิจัย……..... 69

อภิปรายผล…….. 70

ข้อเสนอแนะ……... 74

รายการอ้างอิง……. 76

ภาคผนวก……... 83

ภาคผนวก ก รายนามผู้ทรงคุณวุฒิ……... 84

ภาคผนวก ข เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล…….. 86

ภาคผนวก ค เครื่องมือที่ใช้ในการทดลอง……... 92

ภาคผนวก ง คุณภาพของเครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล……... 121

ภาคผนวก จ ภาพกิจกรรมการจัดการเรียนการสอน โดยใช้รูปแบบการเรียนการสอน EIMA……..... 125

ประวัติผู้เขียนวิทยานิพนธ์……. 127

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

สารบัญตาราง

ตารางที่		หน้า
1	พฤติกรรมบ่งชี้ความสามารถในการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ในแต่ละระดับ.....	18
2	การจำแนกมโนทัศน์เรื่องบรรยากาศตามสาระการเรียนรู้ มาตรฐานและตัวชี้วัด.....	27
3	เปรียบเทียบวงจรการเรียนรู้แบบ 5E และรูปแบบการเรียนการสอน EIMA.....	35
4	เปรียบเทียบขั้นตอนการจัดการเรียนการสอนด้วยรูปแบบการเรียนการสอน EIMA และการเรียนการสอนด้วยวิธีสืบสอบแบบปกติ.....	45
5	บทบาทของครูและบทบาทของนักเรียน.....	46
6	ค่าเฉลี่ย ($\bar{X}$) ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.) ของคะแนนสอบคัดเลือกวิชาวิทยาศาสตร์ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ปีการศึกษา 2553	53
7	จำนวนข้อสอบของแบบวัดมโนทัศน์เรื่องบรรยากาศจำแนกมโนทัศน์ของแต่ละหัวข้อเรื่องในหน่วยการเรียนรู้เรื่องบรรยากาศ.....	55
8	หัวข้อและจำนวนคาบเรียนในการจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์เรื่องบรรยากาศ.....	61
9	ค่าเฉลี่ย ($\bar{X}$) และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.) และค่าสถิติทดสอบที (t-test) ของคะแนน มโนทัศน์เรื่องบรรยากาศของนักเรียนกลุ่มทดลองระหว่างก่อนและหลังเรียน.....	66
10	ค่าเฉลี่ย ($\bar{X}$) และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.) และค่าสถิติทดสอบที (t-test) ของคะแนน มโนทัศน์เรื่องบรรยากาศของนักเรียนระหว่างกลุ่มทดลองและกลุ่มเปรียบเทียบ.....	66
11	ค่าเฉลี่ย ($\bar{X}$) ค่าเฉลี่ยร้อยละ ($\bar{X}_{ร้อยละ}$) และระดับความสามารถในการสร้างคำอธิบายของนักเรียนที่เรียนโดยใช้รูปแบบการเรียนการสอน EIMA.....	67
12	ค่าเฉลี่ย ($\bar{X}$) ค่าเฉลี่ยร้อยละ ($\bar{X}_{ร้อยละ}$) ของคะแนนความสามารถในการสร้างคำอธิบายเรื่องบรรยากาศ จำนวน 12 หัวข้อเรื่อง และระดับความสามารถในการสร้างคำอธิบายของนักเรียนกลุ่มที่เรียนโดยใช้รูปแบบการเรียนการสอน EIMA.....	68
13	ค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ระหว่างข้อคำถามกับจุดประสงค์ที่ต้องการวัดของแบบวัดมโนทัศน์เรื่องบรรยากาศ.....	122

ตารางที่ **หน้า**

14 ค่าระดับความยาก (P) และค่าอำนาจการจำแนก (r) เป็นรายข้อของแบบวัดมโนทัศน์เรื่องบรรยากาศ……...…..…. 123

15 ค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ระหว่างรายการประเมินกับพฤติกรรมที่ต้องการวัดของแบบประเมินความสามารถในการสร้างคำอธิบาย…….……. 124

16 ขนาดของความสัมพันธ์ (r) การให้คะแนนของผู้วิจัยกับการให้คะแนนของผู้เชี่ยวชาญของแบบประเมินความสามารถในการสร้างคำอธิบาย……... 124

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

สารบัญภาพ

ภาพที่		หน้า
1	วงจรการเรียนรู้ 5Es……...……	36
2	วัฏจักรการสร้างความรู้และการสื่อสารความเข้าใจจากกระบวนการสร้างแบบจำลอง……	37
3	รูปแบบการวิจัยแบบ Two - group pretest-posttest design……	54

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

บทที่ 1

บทนำ

ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

วิทยาศาสตร์มีบทบาทสำคัญยิ่งในสังคมโลกปัจจุบันและอนาคต เพราะวิทยาศาสตร์เกี่ยวข้องกับทุกคนทั้งในชีวิตประจำวันและการงานอาชีพต่างๆตลอดจนเทคโนโลยี เครื่องมือเครื่องใช้และผลผลิตต่างๆที่มนุษย์ได้ใช้เพื่ออำนวยความสะดวกในชีวิตและการทำงาน (กระทรวงศึกษาธิการ, 2552: 1) การเรียนรู้วิทยาศาสตร์เป็นการเรียนรู้ตลอดชีวิต เนื่องจากความรู้วิทยาศาสตร์เป็นเรื่องราวเกี่ยวกับโลกธรรมชาติ ซึ่งมีการเปลี่ยนแปลงตลอดเวลา ทุกคนจึงต้องเรียนรู้ เพื่อนำผลการเรียนรู้ไปใช้ในชีวิตและการประกอบอาชีพ (กระทรวงศึกษาธิการ, 2552: 1) ดังนั้นทุกคนจึงจำเป็นต้องได้รับการพัฒนาให้รู้วิทยาศาสตร์ เพื่อที่จะมีความรู้ความเข้าใจในธรรมชาติและเทคโนโลยีที่มนุษย์สร้างสรรค์ขึ้น (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2548: 4)

ประเทศไทยมุ่งพัฒนาผู้เรียนทุกคนให้เกิดสมรรถนะสำคัญคือ ความสามารถในการสื่อสาร ความสามารถในการคิด ความสามารถในการแก้ปัญหา ความสามารถในการใช้ทักษะชีวิต และความสามารถในการใช้เทคโนโลยี (กระทรวงศึกษาธิการ, 2552: 4) ซึ่งสอดคล้องกับการจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ที่ช่วยให้มนุษย์ได้พัฒนาวิธีคิด ทั้งความคิดเป็นเหตุเป็นผล คิดสร้างสรรค์ คิดวิเคราะห์ วิจารณ์ มีทักษะในการค้นคว้าหาความรู้ มีความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างเป็นระบบ สามารถตัดสินใจโดยใช้ข้อมูลที่หลากหลาย และมีประจักษ์พยานที่ตรวจสอบได้ (กระทรวงศึกษาธิการ, 2552: 1) แต่เมื่อพิจารณาสภาพปัญหาการศึกษาวิทยาศาสตร์พบว่า การทดสอบการศึกษาระดับชาติขั้นพื้นฐานปีการศึกษา 2552 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 มีคะแนนเฉลี่ยคือ ร้อยละ 29.16 จัดอยู่ในเกณฑ์ต่ำ และผลการทดสอบความถนัดทั่วไปและความถนัดทางวิชาการและวิชาชีพครั้งที่ 1 ครั้งที่ 2 และครั้งที่ 3 ปีการศึกษา 2553 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 มีคะแนนเฉลี่ยคือ 87.17 85.49 และ 101.50 ตามลำดับ จากคะแนนเต็ม 300 คะแนน ซึ่งอยู่ในเกณฑ์ต่ำกว่าร้อยละ50 (สำนักทดสอบทาง

การศึกษา, 2553: online) สอดคล้องกับสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษาเขต 33 สุรินทร์ มีผลทดสอบการศึกษาระดับชาติขั้นพื้นฐานปีการศึกษา 2551 2552 และ 2553 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 มีคะแนนเฉลี่ยคือ ร้อยละ 36.77 27.48 และ 27.49 ตามลำดับ (สถาบันทดสอบการศึกษาแห่งชาติ, 2553: 80) จัดอยู่ในเกณฑ์ต่ำ และผลการทดสอบ ผลทดสอบการศึกษาระดับชาติขั้นพื้นฐานปีการศึกษา 2551 และ 2552 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 มีคะแนนเฉลี่ยคือ 29.25 และ 31.07 ตามลำดับ ซึ่งอยู่ในเกณฑ์ต่ำกว่าร้อยละ50 (สถาบันทดสอบการศึกษาแห่งชาติ, 2553: 83) นอกจากนี้การจัดลำดับคะแนนสสอบการศึกษาระดับชาติขั้นพื้นฐานของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 พบว่า จังหวัดสุรินทร์ติด 1 ใน 10 อันดับสุดท้ายของประเทศต่อเนื่อง 2 ปี (สถาบันทดสอบการศึกษาแห่งชาติ, 2553: 15)

นอกจากนี้ ผลการประเมินความสามารถทางวิชาการวิชาวิทยาศาสตร์ ภายใต้ความร่วมมือของสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท.) ร่วมกับองค์กรเพื่อความร่วมมือและพัฒนาเศรษฐกิจ Organisation for Economic Co-operation and Development (OECD) ที่ประเมินผลนักเรียนนานาชาติ Programme for International Student Assessment (PISA) จาก 65 ประเทศซึ่งมีการประเมินด้านสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ประกอบด้วย การระบุประเด็นทางวิทยาศาสตร์ การอธิบายปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์ และการใช้ประจักษ์พยานทางวิทยาศาสตร์ พบว่า นักเรียนไทยได้คะแนนเฉลี่ย PISA 2009 425 คะแนน ต่ำกว่าคะแนนเฉลี่ยขององค์กรเพื่อความร่วมมือและพัฒนาทางเศรษฐกิจ (Organization for Economic Co-operation and Development : OECD) ซึ่งมีคะแนนเฉลี่ย 501 คะแนน และ42.8% ของนักเรียนไทยรู้เรื่องวิทยาศาสตร์ต่ำกว่าพื้นฐาน (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2553: 10) เมื่อพิจารณาคะแนนเฉลี่ยพบว่า มีคะแนนเฉลี่ยสูงกว่าคะแนนเฉลี่ย PISA 2006 แต่ต่ำกว่าคะแนนเฉลี่ย PISA 2000 และ 2003

รายงานดังกล่าว แสดงให้เห็นการศึกษาวิทยาศาสตร์ของนักเรียนไทยยังไม่ประสบความสำเร็จการประเมินความรู้วิทยาศาสตร์ไม่ผ่านเกณฑ์ร้อยละ 50 ดังนั้นวิธีการแก้ปัญหาคือ การจัดกระบวนการเรียนรู้ที่เหมาะสม เนื่องจากกระบวนการเรียนรู้เป็นปัจจัยที่สำคัญที่ช่วยพัฒนาด้านสติปัญญาและความคิดของนักเรียนโดยมุ่งให้นักเรียนได้เรียนรู้วิทยาศาสตร์ที่เน้นการเชื่อมโยงความรู้กับกระบวนการมีทักษะสำคัญในการค้นคว้าและสร้างองค์ความรู้โดยใช้กระบวนการในการสืบเสาะหาความรู้ และแก้ปัญหาที่หลากหลาย ให้ผู้เรียนมีส่วนร่วมในการเรียนรู้ทุกขั้นตอน มีการทำกิจกรรมด้วยการลงมือปฏิบัติจริงอย่างหลากหลาย (กระทรวงศึกษาธิการ, 2552: 1)

เป้าหมายของการจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์เพื่อให้ผู้เรียนเข้าใจหลักการ ทฤษฎีที่เป็นพื้นฐานในวิทยาศาสตร์ เพื่อให้ผู้เรียนมีความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี และนำไปใช้ให้เกิดประโยชน์แก่สังคมและการดำรงชีวิต (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2551: 3) เป้าหมายดังกล่าวแสดงจุดมุ่งหมายที่ต้องการให้ผู้เรียนเกิดความรู้ทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งได้แก่ ข้อเท็จจริง มโนทัศน์ กฎ หลักการ และทฤษฎี โดยการจัดการเรียนการสอนแบบเน้นมโนทัศน์เป็นการจัดการเรียนการสอนโดยการระบุมโนทัศน์ หรือความคิดรวบยอดที่ต้องการให้ผู้เรียนได้รับ และดำเนินการจัดการเรียนการสอนโดยใช้วิธีการและกระบวนการต่างๆที่จะช่วยให้ผู้เรียนเกิดความเข้าใจมโนทัศน์นั้น สามารถนำมโนทัศน์นั้นไปใช้ในสถานการณ์ใหม่ๆได้ รวมทั้งมีการประเมินผลโดยมุ่งไปที่ความเข้าใจของผู้เรียนในมโนทัศน์นั้นๆ (ทิศนา แขมมณี, 2551: 130) ดังนั้นการจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์แบบเน้นมโนทัศน์เพื่อให้นักเรียนสร้างความรู้ด้วยตนเอง มีแนวคิดพื้นฐานมาจากทฤษฎีสรรคนิยม ซึ่งมีรากฐานมาจากทฤษฎีพัฒนาการทางสติปัญญาของเพียเจต์ (Piaget) เน้นให้ผู้เรียนสร้างความรู้ โดยผ่านกระบวนการคิดด้วยตนเองโดยผู้สอนไม่สามารถปรับกระบวนการสร้างทางปัญญา (cognitive structure) ของผู้เรียนได้ แต่ผู้สอนสามารถช่วยผู้เรียนปรับเปลี่ยนโครงสร้างทางปัญญาได้ โดยจัดสภาพการณ์ให้ผู้เรียนเกิดความขัดแย้งทางปัญญาหรือเกิดภาวะไม่สมดุลขึ้น (unequilibrium) ซึ่งเป็นสภาวะที่ประสบการณ์ใหม่ไม่สอดคล้องกับประสบการณ์เดิม แล้วสร้างเป็นความรู้ใหม่ (พิมพันธ์ เดชะคุปต์ และพเยาว์ ยินดีสุข, 2551: 24)

การจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์เพื่อให้นักเรียนสร้างความรู้ด้วยตนเอง ผู้เรียนต้องสร้างความคิดใหม่ เลือกและแปลงข้อมูลจากสมมติฐานและเกิดการตัดสินใจโดยอาศัยความรู้เดิมและค้นพบหลักการด้วยตนเอง (Bruner, Goodnow and Austin, 1967: 1-2) สอดคล้องกับทิศนา แขมมณี, ศิริชัย กาญจนเวสี และคณะ (2544: 82) ผู้เรียนจะเกิดความรู้ได้โดยใช้กระบวนการสืบสอบแสวงหาความรู้ ซึ่งมีสมบัติสำคัญ 3 ประการคือ มีการอธิบายปรากฏการณ์ การตั้งสมมติฐาน และการทดสอบสมมติฐาน นอกจากนี้ National Science Education Standards (National Research Council, 1996) ได้อธิบายลักษณะที่สำคัญของการสืบสอบไว้ 5 ประการดังนี้คือ

1. ผู้เรียนมีส่วนร่วมอย่างมุ่งมั่นในการระบุปัญหาทางวิทยาศาสตร์
2. ผู้เรียนให้ความสำคัญกับหลักฐานที่สนับสนุนคำตอบของคำถาม
3. ผู้เรียนสร้างคำอธิบายจากหลักฐานที่มี
4. ผู้เรียนเชื่อมโยงคำอธิบายไปสู่ความรู้ทางวิทยาศาสตร์

5. ผู้เรียนสื่อความหมายและให้เหตุผลคำอธิบาย

จากลักษณะสำคัญของการสืบสอบดังกล่าวพบว่า ประการที่ 3 กล่าวถึง การสร้างคำอธิบายจากหลักฐานที่มีของผู้เรียน ซึ่งคำอธิบายเป็นข้อสรุปที่รวบรวมข้อมูลจากหลักฐานที่มีเหตุผล การสร้างคำอธิบายจึงมีความสำคัญของการสร้างความรู้ใหม่

เมื่อพิจารณาการจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ข้างต้นพบว่า ได้มีผู้ศึกษาหาวิธีการหรือเทคนิคต่างๆ ที่จะนำมาใช้ในการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ เพื่อส่งเสริมให้ผู้เรียนมีมโนทัศน์วิทยาศาสตร์และการสร้างคำอธิบาย วิธีสอนและเทคนิคการสอนที่พบ ได้แก่ วงจรการเรียนรู้แบบการตั้งสมมติฐานนิรนัย(เกรียงไกร อภัยวงศ์, 2548) การจัดการเรียนการสอนตามแนวทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์ (ชุติมา รอดสุด, 2550) การเรียนรู้ด้วยการออกแบบ (ปิยะณัฐ นันทการณ์, 2551) การใช้รูปแบบการเรียนการสอนเชิงผลิตภาพ (เชาวรินทร์ สีใหม่, 2552) เป็นต้น สำหรับผลงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการพัฒนาความสามารถในการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ได้แก่ การใช้รูปแบบการเรียนรู้แบบสืบสอบเป็นฐานร่วมกับเทคนิคการลดบทบาทการเสริมศักยภาพ (สุพัตรา จันทรโฆษิต, 2552) ถึงแม้จะมีการนำวิธีการสอนและเทคนิคต่างๆมาใช้ในการจัดการเรียนการสอนเพื่อพัฒนามโนทัศน์และความสามารถในการอธิบายทางวิทยาศาสตร์ แต่พบว่า วิธีสอนและเทคนิคดังกล่าวไม่ได้เน้นความสำคัญของการพัฒนามโนทัศน์ควบคู่กับการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ซึ่งเป็นพื้นฐานของการเกิดมโนทัศน์ และมีความสำคัญต่อการเรียนรู้วิทยาศาสตร์

การสร้างแบบจำลองเป็นการสร้างคำอธิบายประเภทหนึ่ง มีจุดประสงค์เพื่ออธิบายให้เห็นถึงการทำงานของปรากฏการณ์ที่ซับซ้อน (สถานบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์, 2548: 16) สอดคล้อง Lehrer et al. (2001) แบบจำลองเป็นตัวแทนของทฤษฎีวิทยาศาสตร์ กฎ การให้เหตุผล การคาดการณ์ และเป็นเครื่องมือที่สำคัญสำหรับการอธิบายปรากฏการณ์ทางวิทยาศาสตร์ ช่วยให้ผู้เรียนพัฒนาความเข้าใจเนื้อหาวิทยาศาสตร์ ทักษะทางวิทยาศาสตร์ และเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ ซึ่งการสร้างแบบจำลองทำให้นักเรียนได้ตั้งคำถาม วางแผนการสำรวจตรวจสอบ สร้างข้อสรุปจากหลักฐาน สื่อสารและให้เหตุผลเกี่ยวกับข้อสรุป ส่งผลให้นักเรียนสามารถสร้างคำอธิบายและเกิดมโนทัศน์ได้ Schwarz and Gwekwerere (2007: 159) จะเห็นได้ว่า การสร้างแบบจำลองเป็นการจัดการเรียนการสอนอย่างหนึ่งที่ให้นักเรียนได้ค้นคว้า สังเกตและหาคำตอบด้วยตนเอง ซึ่งวิธีดังกล่าวเป็นวิธีเริ่มต้นของการเรียนด้วยวิธีสืบสอบ (Llewellyn, 2002: 108)

การสอนแบบสืบสอบทำให้ผู้เรียนพัฒนาความรู้และความเข้าใจแนวคิดทางวิทยาศาสตร์โดยผู้เรียนจะสร้างความรู้จากการลงมือปฏิบัติ โดยการ ระบุปัญหาทางวิทยาศาสตร์ วางแผนค้นคว้าหาคำตอบ การรวบรวมข้อมูล สร้างข้อสรุปจากหลักฐาน ประเมินข้อสรุปจากทางเลือกต่างๆ สื่อสารและให้เหตุผลเกี่ยวกับข้อสรุป (National Research Council, 2000) แต่ปัจจุบันพบว่าการสอนแบบสืบสอบยังมีข้อจำกัดหลายประการเช่น ใช้เวลาในการเรียนมาก ถ้าสถานการณ์ที่ครูสร้างไม่ชวนสงสัย ไม่ชวนติดตาม จะทำให้นักเรียนเบื่อหน่ายไม่อยากเรียน เนื้อหาและสติปัญญาอาจทำให้นักเรียนไม่สามารถศึกษาด้วยวิธีสอนแบบสืบสอบได้ (พิมพันธ์ เดชะคุปต์ และพเยาว์ ยินดีสุข, 2548: 78) Schwarz and Gwekwerere (2007: 158) จึงเสนอรูปแบบการเรียนการสอน EIMA มาใช้ในการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ โดยมีจุดมุ่งหมายเพื่อเน้นพัฒนานักเรียนให้มีความรู้ ความเข้าใจในมโนทัศน์วิทยาศาสตร์และความสามารถสร้างคำอธิบาย โดยการสร้างแบบจำลองด้วยตนเอง กล่าวคือ นักเรียนได้สร้างความรู้ด้วยตัวเองโดยการสำรวจตรวจสอบ รวบรวมและจัดกระทำข้อมูล และนำข้อมูลที่จัดกระทำไปสร้างแบบจำลองเพื่อสร้างคำอธิบายจนนำไปสู่การเกิดมโนทัศน์ และนำมโนทัศน์ที่ได้ไปประยุกต์กับสถานการณ์ที่แตกต่างหรือใกล้เคียงกับสถานการณ์เดิม ทำให้นักเรียนมีความรู้ความเข้าใจในมโนทัศน์วิทยาศาสตร์มากขึ้นสามารถนำความรู้ความเข้าใจไปสื่อความหมายและให้เหตุผลทางวิทยาศาสตร์ต่อผู้อื่นได้

Schwarz and Gwekwerere (2007: 158) ได้ประยุกต์รูปแบบการเรียนการสอน EIMA มาจากวงจรการเรียนรู้ 5E ของ Bybee โดยมีลักษณะเด่นคือ เป็นการเรียนรู้ที่เน้นนักเรียนเป็นสำคัญ ทำให้นักเรียนได้ฝึกทักษะ กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ สร้างความรู้และแก้ปัญหาด้วยตนเองโดยการสร้างแบบจำลองเพื่อสร้างคำอธิบาย ซึ่งรูปแบบการเรียนการสอน EIMA ประกอบด้วย 4 ขั้นตอนดังนี้

1. ขั้นสร้างความสนใจ (Engage) ขั้นตอนนี้เป็นขั้นนำเข้าสู่บทเรียนเพื่อระบุปัญหา โดยครูนำเข้าสู่บทเรียนโดยใช้กิจกรรมที่หลากหลาย ให้นักเรียนเกิดความสนใจและมีความมุ่งมั่นในเรื่องที่เรียน เพื่อนำนักเรียนไปสู่การตั้งประเด็นปัญหาที่จะศึกษาและนำไปสู่การตรวจสอบ

2. ขั้นสำรวจตรวจสอบ (Investigate) ขั้นตอนนี้เป็นขั้นดำเนินการสำรวจตรวจสอบ โดยนักเรียนร่วมกันระบุสมมติฐานจากปัญหาที่ร่วมกันตั้งประเด็น และทำการสืบค้น สำรวจตรวจสอบรวบรวมข้อมูล โดยการสังเกต ทดลอง และศึกษาจากแหล่งเรียนรู้ต่างๆ

3. ขั้นสร้างแบบจำลองเพื่อสร้างคำอธิบาย (Model) ขั้นตอนนี้เป็นขั้นสร้างแบบจำลองเพื่อสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ โดยนักเรียนนำข้อมูลที่ได้จากการสำรวจตรวจสอบมาจัดกระทำและสร้างแบบจำลองเพื่อสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์

4. ขั้นประยุกต์ความรู้ (Apply) ขั้นตอนนี้เป็นขั้นให้นักเรียนนำความรู้ที่ได้จากการเรียนไปใช้ในสถานการณ์ใหม่ที่ใกล้เคียงกับสถานการณ์เดิม

รูปแบบการเรียนการสอน EIMA มีความเหมือนและแตกต่างกับวิธีสอนแบบสืบสอบที่ใช้เป็นวิธีในการจัดการเรียนการสอนในปัจจุบันหรือเป็นการเรียนการสอนแบบปกติ โดยมีลักษณะที่แตกต่างกันคือ รูปแบบการเรียนการสอน EIMA มีขั้นสร้างแบบจำลองเพื่อสร้างคำอธิบาย (Model) เป็นขั้นที่นักเรียนนำข้อมูลจากการสำรวจตรวจสอบมาจัดกระทำ และสร้างแบบจำลองเพื่อสร้างคำอธิบาย เพื่อสะท้อนความสามารถในการอธิบาย

Schwarz และ Gwekwerere (2007: 158) ได้นำรูปแบบการเรียนการสอน EIMA ไปทำการทดลองใช้กับกลุ่มตัวอย่างครูฝึกสอนจำนวน 24 คน ในประเทศสหรัฐอเมริกา ที่สอนตั้งแต่ชั้นอนุบาลถึงชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 เรื่อง แสงและเงา ไฟฟ้า เมฆ และดวงจันทร์ พบว่า นักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนการสอนด้วยรูปแบบการเรียนการสอน EIMA มีมโนทัศน์วิทยาศาสตร์และสามารถสร้างคำอธิบายเรื่อง แสงและเงา ไฟฟ้า เมฆ และดวงจันทร์ สูงกว่ากลุ่มที่มีการจัดการเรียนสอนแบบอธิบาย สอดคล้องกับการจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ในสาระที่ 6 กระบวนการเปลี่ยนแปลงของโลก ในระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โดยมีจุดมุ่งหมายให้ผู้เรียนเข้าใจกระบวนการต่างๆที่เกิดขึ้นบนผิวโลกและภายในโลก ความสัมพันธ์ของกระบวนการต่างๆที่มีต่อการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศ ภูมิประเทศและสัณฐานของโลก มีกระบวนการสืบเสาะหาความรู้และจิตวิทยาศาสตร์ สื่อสารสิ่งที่เรียนรู้และนำความรู้ไปใช้ประโยชน์ (กระทรวงศึกษาธิการ, 2551: 112)

จากที่กล่าวมา จะเห็นว่าจัดการเรียนการสอนโดยใช้รูปแบบการเรียนการสอน EIMA ทำให้ผู้เรียนได้ลงมือสำรวจ ตรวจสอบ ค้นหาคำตอบของปัญหาที่สนใจ ผู้เรียนเกิดความรู้ ความเข้าใจ ในสาระชัดเจนขึ้นและมีความสามารถในการสร้างคำอธิบายได้ ดังนั้นผู้วิจัยจึงสนใจนำเนื้อหาเรื่องบรรยากาศ ซึ่งมีเนื้อหาใกล้เคียงกับการวิจัยของ Schwarz and Gwekwerere (2007: 158) ที่ศึกษาเนื้อหา

เรื่องเมฆ มาจัดการเรียนการสอนด้วยรูปแบบ EIMA เพื่อศึกษาผลที่มีต่อมโนทัศน์เรื่องบรรยากาศและความสามารถสร้างคำอธิบายของนักเรียนมัธยมศึกษาตอนต้น

คำถามการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยสนใจศึกษาในประเด็นคำถามวิจัยดังนี้

1. ขั้นตอนการจัดการเรียนการสอนโดยใช้รูปแบบการเรียนการสอน EIMA จะสามารถเสริมสร้างมโนทัศน์เรื่องบรรยากาศได้หรือไม่

2. ขั้นตอนการจัดการเรียนการสอนโดยใช้รูปแบบการเรียนการสอน EIMA จะสามารถเสริมสร้างความสามารถสร้างคำอธิบายได้หรือไม่

วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1. เพื่อเปรียบเทียบมโนทัศน์เรื่องบรรยากาศของนักเรียนมัธยมศึกษาตอนต้นก่อนเรียนและหลังเรียนวิทยาศาสตร์ด้วยรูปแบบการเรียนการสอน EIMA

2. เพื่อเปรียบเทียบมโนทัศน์เรื่องบรรยากาศหลังเรียนของนักเรียนมัธยมศึกษาตอนต้นระหว่างกลุ่มที่เรียนวิทยาศาสตร์ด้วยรูปแบบการเรียนการสอน EIMA กับกลุ่มที่เรียนวิทยาศาสตร์แบบปกติ

3. เพื่อศึกษาความสามารถในการสร้างคำอธิบายของนักเรียนมัธยมศึกษาตอนต้นหลังเรียนวิทยาศาสตร์ด้วยรูปแบบการเรียนการสอน EIMA

สมมติฐานการวิจัย

การเรียนการสอนโดยใช้รูปแบบการเรียนการสอน EIMA เป็นการสอนวิทยาศาสตร์ที่เน้นการสร้างแบบจำลองเพื่อสร้างคำอธิบาย และผู้เรียนจะสร้างความรู้ด้วยตนเองผ่านการสืบสอบ ซึ่งการสืบสอบมีบทบาทสำคัญในการสร้างความรู้ทางวิทยาศาสตร์ และแบบจำลองเป็นเครื่องมือที่สำคัญสำหรับการอธิบายปรากฏการณ์ทางวิทยาศาสตร์ ช่วยให้ผู้เรียนพัฒนาความเข้าใจเนื้อหาวิทยาศาสตร์

ทักษะทางวิทยาศาสตร์ และเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ (Lehrer and Schauble, 2000) รูปแบบการเรียนการสอน EIMA มีพื้นฐานมาจากทฤษฎีสรรคนิยม (constructivism) ของฌอง เพียเจต์ (Jean Piaget) และทฤษฎี social constructivism ของไวก็อทสกี้ (Vygotsky)

Schwarz and Gwekwerere (2007) ได้กล่าวถึงลักษณะที่สำคัญของรูปแบบการเรียนการสอน EIMA คือ นักเรียนสร้างความรู้ด้วยตนเองโดยการนำทักษะทางวิทยาศาสตร์มาใช้ในการสำรวจ ตรวจสอบ และสร้างแบบจำลองซึ่งแน้นการออกแบบการสร้าง การนำไปใช้ และการแก้ไขแบบจำลอง ซึ่งจะทำซ้ำจนกว่างานจะสำเร็จ ทำให้นักเรียนได้ค้นคว้าความรู้เพิ่มเติมและแก้ไขมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนจนนักเรียนมีความเข้าใจที่คงทน ซึ่งสนับสนุนกับ Leager (2007: 50)ที่กล่าวว่า แบบจำลองเป็นเครื่องมือที่ใช้ในการนำเสนอหรืออธิบายปรากฏการณ์ทางธรรมชาติเพื่อให้เกิดความเข้าใจได้ง่ายขึ้นและเกิดมโนทัศน์ใหม่ จากงานวิจัยของ Schwarz and Gwekwerere (2007:158) ที่พัฒนารูปแบบการเรียนการสอนโดยให้ครูฝึกสอนนำรูปแบบการเรียนการสอน EIMA มาใช้เพื่อพัฒนาการจัดการเรียนการสอนด้วยวิธีสืบสอบ และพัฒนาความสามารถในการสร้างคำอธิบายและมโนทัศน์เรื่อง แสงและเงา ไฟฟ้า เมฆ และดวงจันทร์ของนักเรียน พบว่า การจัดการเรียนการสอนดังกล่าวสามารถส่งเสริมให้นักเรียนมีความสามารถในการสร้างคำอธิบาย เกิดความรู้ ความเข้าใจในมโนทัศน์เพิ่มขึ้น

จากแนวคิด ทฤษฎี และงานวิจัยที่เกี่ยวข้องข้างต้น ผู้วิจัยได้ตั้งสมมติฐานการวิจัยไว้ดังนี้

1.นักเรียนที่เรียนโดยใช้รูปแบบการเรียนการสอน EIMA จะมีคะแนนเฉลี่ยมโนทัศน์เรื่องบรรยากาศหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ 0.05

2.นักเรียนที่เรียนโดยใช้รูปแบบการเรียนการสอน EIMA จะมีคะแนนเฉลี่ยมโนทัศน์เรื่องบรรยากาศสูงกว่ากลุ่มที่เรียนโดยใช้รูปแบบการเรียนการสอนแบบปกติอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ 0.05

3. นักเรียนที่เรียนโดยใช้รูปแบบการเรียนการสอน EIMA จะมีคะแนนเฉลี่ยความสามารถในการสร้างคำอธิบายสูงกว่าร้อยละ 70 อยู่ในระดับดี

ขอบเขตการวิจัย

1. ประชากรสำหรับงานวิจัยในครั้งนี้ คือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น โรงเรียนมัธยมขนาดกลาง สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การมัธยมศึกษาเขต 33 สุรินทร์ สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน กระทรวงศึกษาธิการ

2. ตัวแปรที่ศึกษามีดังนี้

2.1 ตัวแปรจัดกระทำ คือ การเรียนการสอนวิทยาศาสตร์โดยใช้รูปแบบการเรียนการสอน EIMA และการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์แบบปกติ

2.2 ตัวแปรตาม คือ มโนทัศน์เรื่องบรรยากาศและความสามารถในการสร้างคำอธิบาย

นิยามศัพท์

การใช้รูปแบบการเรียนการสอน EIMA หมายถึง การจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ที่เน้นการสอนแบบสืบสอบด้วยรูปแบบการเรียนการสอน EIMA ซึ่งประกอบด้วย 4 ขั้นตอนดังนี้

1. ขั้นสร้างความสนใจ (Engage) ขั้นตอนนี้เป็นขั้นนำเข้าสู่บทเรียนเพื่อระบุปัญหา โดยครูนำเข้าสู่บทเรียนโดยใช้กิจกรรมที่หลากหลาย ให้นักเรียนเกิดความสนใจและมีความมุ่งมั่นในเรื่องที่เรียน เพื่อนำนักเรียนไปสู่การตั้งประเด็นปัญหาที่จะศึกษาและนำไปสู่การตรวจสอบ

2. ขั้นสำรวจตรวจสอบ (Investigate) ขั้นตอนนี้เป็นขั้นดำเนินการสำรวจตรวจสอบ โดยนักเรียนร่วมกันระบุสมมติฐานจากปัญหาที่ร่วมกันตั้งประเด็น และทำการสืบค้น สำรวจตรวจสอบ รวบรวมข้อมูล โดยการสังเกต ทดลอง และศึกษาจากแหล่งเรียนรู้ต่างๆ

3. ขั้นสร้างแบบจำลองเพื่อสร้างคำอธิบาย (Model) ขั้นตอนนี้เป็นขั้นสร้างแบบจำลองเพื่อสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ โดยนักเรียนนำข้อมูลที่ได้จากการสำรวจตรวจสอบมาจัดกระทำและสร้างแบบจำลองเพื่อสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์

4. ขั้นประยุกต์ความรู้ (Apply) ขั้นตอนนี้เป็นขั้นให้นักเรียนนำความรู้ที่ได้จากการเรียนไปใช้ในสถานการณ์ใหม่ที่ใกล้เคียงกับสถานการณ์เดิม

การเรียนการสอนวิทยาศาสตร์แบบปกติ หมายถึง การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ด้วยวิธีสืบสอบ ซึ่งประกอบด้วย 3 ขั้นตอน ดังนี้

1. ขั้นนำ ครูเป็นผู้นำการอภิปรายโดยการกำหนดปัญหา
2. ขั้นกิจกรรมการเรียนรู้
    2.1 ขั้นอภิปรายก่อนการศึกษา ครูและนักเรียนร่วมกันคาดคะเนคำตอบ ครูแนะนำและทบทวนหน้าที่ของวัสดุอุปกรณ์ที่จะใช้ในการศึกษาตลอดจนข้อควรระวังในการศึกษา
    2.2 ขั้นปฏิบัติการศึกษา นักเรียนทำการศึกษา รวบรวมความรู้จากแหล่งเรียนรู้ด้วยตนเอง พร้อมทั้งบันทึกผลการศึกษา
    2.3 ขั้นอภิปรายหลังการศึกษา นักเรียนนำเสนอข้อมูลและผลการการศึกษา
3. ขั้นสรุป ครูนำการอภิปรายโดยใช้คำถามเพื่อชักนำให้นักเรียนไปสู่ข้อสรุปเพื่อให้ได้ความรู้ที่สำคัญของบทเรียน

มโนทัศน์เรื่องบรรยากาศ หมายถึง แนวความคิดสำคัญเกี่ยวกับบรรยากาศเรื่ององค์ประกอบและการแบ่งชั้นบรรยากาศ อุณหภูมิของอากาศ อุณหภูมิกับความกดอากาศ ความชื้นในบรรยากาศ การเกิดลม ลักษณะของเมฆบนท้องฟ้า หยาดน้ำฟ้า พายุฟ้าคะนอง พายุหมุนเขตร้อน มรสุม ความแปรปรวนของลมฟ้าอากาศ และการพยากรณ์อากาศ วัดด้วยแบบวัดแบบปรนัยชนิด 4 ตัวเลือก โดยแบ่งออกเป็น 2 ตอน คือ ตอนที่ 1 เป็นข้อคำถามเกี่ยวกับเนื้อหา และตอนที่ 2 เป็นการเขียนเหตุผลสนับสนุนการเลือกคำตอบในตอนที่ 1 สร้างโดยผู้วิจัย

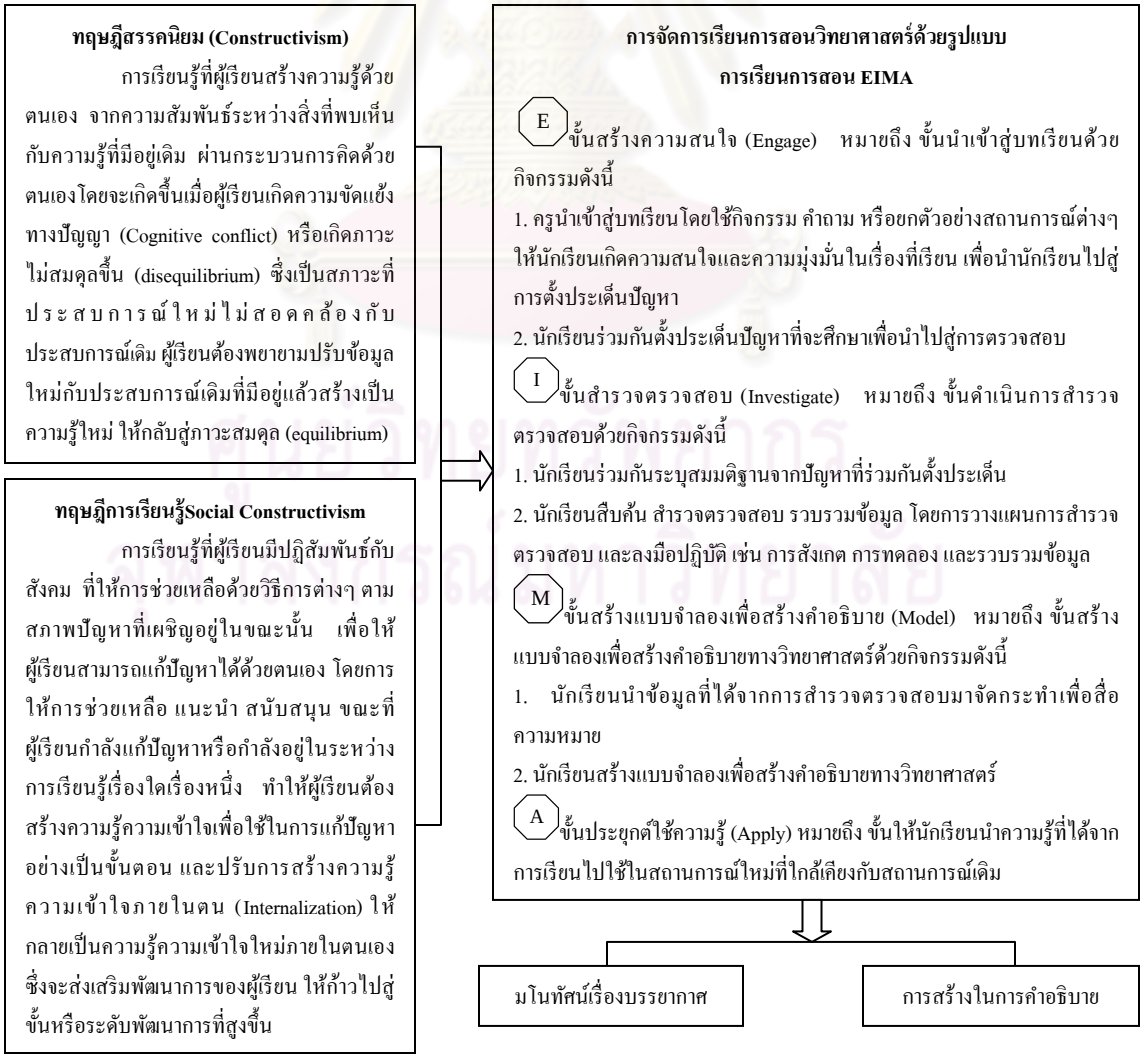
ความสามารถในการสร้างคำอธิบาย หมายถึง การใช้ความรู้หรือประยุกต์ความรู้ ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ในการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์เรื่องบรรยากาศจากแบบจำลองที่สร้างโดยนักเรียน ประเมินความสามารถด้วยแบบประเมินความสามารถในการสร้างคำอธิบายเป็นแบบเกณฑ์การประเมิน (Scoring Rubrics) สร้างโดยผู้วิจัย

นักเรียน หมายถึง นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การมัธยมศึกษา เขต 33 สุรินทร์ สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาพื้นฐาน กระทรวงศึกษาธิการ

กรอบแนวคิดในการวิจัย

จากการศึกษาแนวคิดและทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับการวิจัยเพื่อแสดงถึงรูปแบบการเรียนการสอน EIMA ซึ่งส่งผลต่อมโนทัศน์วิทยาศาสตร์และการสร้างคำอธิบายจากการจัดการเรียนการสอนแบบสืบสอบความรู้ ซึ่งมีพื้นฐานมาจากการเรียนรู้ตามแนวทฤษฎีสรรคนิยม (Constructivism) ที่ว่าผู้เรียนสามารถสร้างความรู้ด้วยตนเอง และทฤษฎีการเรียนรู้ในกลุ่มคอนสตรัคติวิสต์เชิงสังคม (Social Constructivism) ที่ว่าผู้เรียนทุกคนสร้างความรู้ด้วยการมีปฏิสัมพันธ์กับผู้อื่นในขณะที่ผู้เรียนมีส่วนร่วมในกิจกรรม ผู้เรียนจะต้องมีระดับพัฒนาการทางเชาว์ปัญญาที่ตนมีอยู่ และระดับพัฒนาการสามารถพัฒนาได้ต้องได้รับการช่วยเหลือในการเรียนรู้ โดยการเสริมศักยภาพด้วยการใช้คำถาม ทำให้ได้กรอบแนวคิดในการวิจัยที่สามารถสรุปเป็นกรอบแนวคิดดังนี้

กรอบแนวคิดในการวิจัยผลของการใช้รูปแบบการเรียนการสอน EIMA ที่มีต่อมโนทัศน์เรื่องบรรยากาศและความสามารถสร้างคำอธิบายของนักเรียนมัธยมศึกษาตอนต้น



บทที่ 2

เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

การวิจัยเรื่องผลของการจัดการเรียนการสอนโดยใช้รูปแบบการเรียนรู้ EIMA ที่มีต่อมโนทัศน์เรื่องบรรยากาศและความสามารถในการสร้างคำอธิบายของนักเรียนมัธยมศึกษาตอนต้น ผู้วิจัยได้ศึกษาเอกสารและงานวิจัยต่างๆที่เกี่ยวข้อง โดยนำเสนอรายละเอียดเป็นหัวข้อตามลำดับดังต่อไปนี้

1. การสร้างคำอธิบาย
    - 1.1 ความหมายของการคำอธิบาย และการสร้างคำอธิบาย
    - 1.2 พฤติกรรมบ่งชี้และตัวชี้วัดของความสามารถในการสร้างคำอธิบาย
    - 1.3 แนวทางการวัดความสามารถในการสร้างคำอธิบาย
2. มโนทัศน์เรื่องบรรยากาศ
    - 2.1 ความหมายและประเภทของมโนทัศน์
    - 2.2 ประเภทของมโนทัศน์เรื่องบรรยากาศ
    - 2.3 แนวทางการวัดมโนทัศน์เรื่องบรรยากาศ
3. รูปแบบการเรียนการสอน EIMA
    - 3.1 ความเป็นมาของรูปแบบการเรียนการสอน EIMA
    - 3.2 แนวคิด ทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับรูปแบบการเรียนการสอน EIMA
    - 3.3 ขั้นตอนการจัดการเรียนการสอนของรูปแบบการเรียนการสอน EIMA
    - 3.4 บทบาทของครูและบทบาทของนักเรียน
    - 3.5 ข้อดีและข้อจำกัดของการจัดการเรียนรู้โดยใช้รูปแบบการเรียนการสอน EIMA
4. งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง
    - 4.1 งานวิจัยในประเทศ
    - 4.2 งานวิจัยในต่างประเทศ

1. การสร้างคำอธิบาย

1.1 ความหมายของการคำอธิบายและการสร้างคำอธิบาย

ความหมายของคำอธิบาย

นักการศึกษาและนักจิตวิทยาได้ให้ความหมายของคำอธิบายไว้ดังนี้

Hempel and Oppenheinm (1948) ให้ความหมายของคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ว่า “คำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ คือการอธิบายปรากฏการณ์ต่างๆในโลก ตามประสบการณ์ของตนเองเพื่อที่จะตอบคำถาม “ทำไม” มากกว่า คำถาม “อะไร””

Gilbert et al. (1998) ให้ความหมายของคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ว่า “คำอธิบายทางวิทยาศาสตร์เป็นการค้นหาคำตอบเพื่อตอบคำถามที่เฉพาะเจาะจง”

Chin and Brown (2000) ให้ความหมายของคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ว่า “การอธิบายวิธีการหรือสาเหตุของการเกิดปรากฏการณ์ที่เกิดขึ้น โดยการให้เหตุผลเชื่อมโยงกับหลักฐานที่ปรากฏ”

Kemerling (2002: online) ให้ความหมายของคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ว่า “คำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ คือ การโต้แย้งแบบนิรนัยที่มีข้อสรุปของเหตุการณ์ที่จะอธิบาย ซึ่งบางส่วนอาจเป็นข้อเท็จจริงของสถานการณ์มาก่อนที่จะได้รับการตั้งสมมติฐานทางวิทยาศาสตร์เพื่อเชื่อมโยงสถานการณ์เหล่านั้น”

Gagnon and Abell (2008: 60) ให้ความหมายของคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ สรุปได้ว่า “คำอธิบายทางวิทยาศาสตร์เป็นการบอกปรากฏการณ์ที่เกิดขึ้นตามธรรมชาติที่เกี่ยวข้องกับจินตนาการโดยให้ความสำคัญกับหลักฐานและหลักการทางวิทยาศาสตร์ที่เป็นที่ยอมรับ”

Kampourakis and Zogza (2008) ได้ให้ความหมายของคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ในมุมมองเชิงปรัชญาวิทยาศาสตร์ ดังนี้

1. คำอธิบายทางวิทยาศาสตร์เป็นการแสดงให้เห็นถึงความเป็นไปที่เกิดจากข้อเท็จจริงที่อันเป็นเหตุเป็นผลซึ่งรวมถึงกฎที่นำเสนอสมมติฐาน

2. คำอธิบายทางวิทยาศาสตร์เป็นสิ่งที่ให้ข้อมูลเกี่ยวกับสาเหตุว่าเกิดขึ้นได้อย่างไร เป็นการบรรยายถึงสาเหตุ (causal account)

3. คำอธิบายทางวิทยาศาสตร์เป็นสิ่งที่เชื่อมโยงชุดของข้อเท็จจริงที่หลากหลายโดยการรวบรวมข้อเท็จจริงเหล่านั้นภายใต้ชุดพื้นฐานของแบบแผนและหลักการ เป็นการอธิบายที่เป็นผลจากการรวมกัน (unification account)

โดยสรุป คำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ หมายถึง การบอกปรากฏการณ์ที่เกิดขึ้นตามธรรมชาติโดยการโต้แย้งแบบนิรนัยที่มีข้อสรุปของเหตุการณ์ที่จะอธิบาย โดยให้ความสำคัญกับหลักฐานและหลักการทางวิทยาศาสตร์ที่เป็นที่ยอมรับ ซึ่งเป็นการแสดงให้เห็นถึงความเป็นไปที่เกิดจากข้อเท็จจริงที่เป็นเหตุเป็นผล

องค์ประกอบของคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์

นักการศึกษาและนักจิตวิทยาได้กล่าวถึงองค์ประกอบของคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ ไว้ต่างกันดังนี้

Hempel and Oppenheinm (1948) กล่าวถึงองค์ประกอบของคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์สรุปได้ว่า “คำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ประกอบไปด้วย 2ส่วน คือส่วนที่ต้องการให้อธิบาย ซึ่งเป็นประโยคบรรยายปรากฏการณ์ที่จะได้รับการอธิบาย และส่วนที่เป็นการอธิบาย (explanans) ซึ่งเป็นประโยคประเภทต่าง ๆ ที่ใช้อ้างอิง เพื่ออธิบายปรากฏการณ์”

Kemerling (2002: online) กล่าวถึงองค์ประกอบของคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์สรุปได้ว่า “คำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ประกอบไปด้วย 3 ส่วน คือ ข้อสรุปเหตุการณ์ที่จะอธิบาย ข้อเท็จจริง และสมมติฐาน”

McNeill el at. (2006) ได้แบ่งองค์ประกอบของคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ออกเป็น 3 ส่วน โดยมีรายละเอียด ดังนี้ คือ

1. การกล่าวอ้าง (claim) เป็นการยืนยันถึงการมีคำตอบสำหรับคำถาม

2. หลักฐาน (evidence) เป็นข้อมูลทางวิทยาศาสตร์ที่สนับสนุนการกล่าวอ้าง ข้อสรุปเกี่ยวกับปัญหา ข้อมูลเหล่านี้อาจมาจากการสืบสอบ หรือจากแหล่งข้อมูลอื่นเช่น การสังเกต ข้อเท็จจริงที่พบจากการอ่าน และการสนทนา

3. การให้เหตุผล (reasoning) เป็นเหตุผลที่สร้างขึ้นจากหลักการทางวิทยาศาสตร์ที่เชื่อมโยงกับการกล่าวอ้างและหลักฐาน โดยแสดงให้เห็นว่าข้อมูลที่ใช้เป็นหลักฐานสามารถสนับสนุนการกล่าวอ้างได้อย่างไร ซึ่งเหตุผลอาจเป็นข้อมูลใหม่หรือการกล่าอ้างก็ได้

โดยสรุป องค์ประกอบของคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์แบ่งได้ 3 ประเภทคือ

1. กล่าวอ้างอิง (claim) เหตุการณ์ที่จะอธิบาย
2. การใช้หลักฐาน (evidence) ข้อมูลหรือข้อเท็จจริงที่อ้างอิงในการอธิบาย
3. การให้เหตุผล (reasoning) การเชื่อมโยงระหว่างการอ้างอิงและการให้เหตุผล

ลักษณะของคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์

นักการศึกษาและนักจิตวิทยาได้กล่าวถึงลักษณะของคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ไว้ต่างกันดังนี้

Matin (1972) ได้แบ่งลักษณะของคำอธิบายทางวิทยาศาตร์ออกเป็น 5 ประเภท โดยมีรายละเอียดดังนี้

1. คำอธิบายแบบพรรณนา คือ การบอกความชัดเจนของความหมาย
2. คำอธิบายโดยเจตนา คือ การบอกเหตุผลของการกระทำ
3. คำอธิบายสาเหตุ คือ การบอกสาเหตุของการเกิดปรากฏการณ์
4. คำอธิบายแบบสื่อความหมาย คือ การอ้างอิงทฤษฎี
5. คำอธิบายการทำนาย คือ การอุปนัยเหตุการณ์ในอนาคต

Norris el al. (2005) ได้แบ่งลักษณะคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ออกเป็น 10 ประเภท ดังนี้

1. Interpretive explanation เป็นลักษณะความหมายที่เข้าใจง่าย นิยาม ข้อเสนอ และบทความ

2. Justificatory explanation เป็นการอธิบายจากการตัดสินว่าทำไมบางสิ่งถึงดำเนินไปเช่นนั้น มีการจัดเตรียมเหตุผลสำหรับการแสดงอาจจะดึงสาเหตุเป็นเหตุผลสำหรับการแสดงและบอกคุณค่า

3. Descriptive explanation เป็นการอธิบายโดยบรรยายขั้นตอนหรือโครงสร้าง

4. Causal explanation เป็นการอธิบายโดยอ้างสาเหตุของเหตุการณ์หรือกฎด้วยคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ เหตุการณ์อาจรวมถึงการกระทำของมนุษย์

5. Deductive–nomological explanation เป็นการอธิบายข้อเท็จจริงบางส่วนหรือกฎทั่วๆไป ซึ่งเกิดจากข้อเท็จจริงอื่น ๆ หรือกฎทั่วไป ซึ่งต้องมีการรวมกฎที่เป็นสากลอย่างน้อย 1 กฎ มีโครงสร้างพื้นฐานเป็นการให้ความเห็นแบบนิรนัย

6. Statistical explanation เป็นการอธิบายความจริงโดยแสดงลักษณะที่มีความเป็นไปได้สูง ซึ่งต้องมีการรวมกฎทั่ว ไป ที่เป็นทางสถิติอย่างน้อย 1 กฎ มีโครงสร้างพื้นฐานเป็นการให้ความเห็นแบบอุปนัย ไม่แสดงสาเหตุสำคัญ

7. Functional explanation เป็นการอธิบายความจริงโดยพิจารณาจากการทำงาน

8. Explanatory unification เป็นการอธิบายปรากฏการณ์โดยการหาหัวข้อที่เหมาะกับมุมมองทั่ว ๆ ไปของโลกมีเป้าหมายเพื่อให้ได้ข้อเท็จจริงจำนวนมากที่สุดจากสมมติฐานที่มีจำนวนน้อยที่สุด เป็นการอธิบายแบบนิรนัย

9. Pragmatic explanation เป็นการอธิบายโดยตอบคำถาม “ทำไม” ซึ่งคำถามจะถูกตั้งขึ้นและคำตอบจะอยู่ในบริบทสามารถนำลงความเห็นเกี่ยวกับการแบ่งกลุ่มที่ตรงข้ามกันและความสัมพันธ์ที่เกี่ยวกัน

10. Narrative explanation เป็นการอธิบายเหตุการณ์โดยการเล่าเหตุการณ์ที่สำคัญไปถึงเหตุการณ์ที่เกิดขึ้น โดย อ้างเหตุการณ์พิเศษเป็นคำอธิบายของเหตุการณ์ที่เป็นพิเศษอื่น ๆ และจัดวางบางเหตุการณ์เป็นสาเหตุของเหตุการณ์อื่น รวมทั้งค้นหารวบรวมสิ่งต่าง ๆ โดยการแสดงให้เห็นว่าเหตุการณ์ที่อธิบายนั้นเป็นหนึ่งในชุดของเหตุการณ์ที่เข้าใจได้ดีและไม่สนับสนุนการทำนาย แต่ขึ้นกับการอธิบายย้อนกลับว่าเพื่อชี้ว่าสิ่งที่เป็นปัจจุบันอยู่ในลำดับหนึ่งของอดีต

โดยสรุปลักษณะของคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์แบ่งได้ ประเภทคือ

1. คำอธิบายแบบพรรณนา เป็นการอธิบายที่บรรยายบอกความหมาย

2. คำอธิบายสาเหตุ คือ เป็นการอธิบายที่อธิบายโดยอ้างสาเหตุ หรือผลของปรากฏการณ์ที่เกิดขึ้น

3. คำอธิบายโดยการทำนาย คือ เป็นการอธิบายข้อเท็จจริงหรือกฎทั่วๆไป ซึ่งเกิดจากข้อเท็จจริงหรือกฎทั่วไป มีโครงสร้างพื้นฐานเป็นการให้ความเห็นแบบนิรนัย

4. คำอธิบายแบบตัดสิน คือ เป็นการอธิบายที่ตัดสินว่าทำไมบางสิ่งถึงดำเนินไปเช่นนั้น และการอุปนัยเหตุการณ์ในอนาคต

5. คำอธิบายการกระทำ คือ เป็นการอธิบายเหตุผลโดยการวัดจากการกระทำ

ความหมายของการสร้างคำอธิบาย

นักการศึกษาและนักจิตวิทยาได้กล่าวถึงการสร้างคำอธิบายไว้ ดังนี้

McNeill el at. (2007) ให้ความหมายของการสร้างคำอธิบายว่า “การสร้างคำอธิบาย หมายถึง การกำหนดความหมายโดยการอธิบายทางวิทยาศาสตร์ที่ประกอบด้วย 3 องค์ประกอบคือ การกล่าวอ้างหลักฐาน และเหตุผล โดยควรกำหนดไว้อย่างชัดเจน”

Kemerling (2002: online) ให้ความหมายของการสร้างคำอธิบายว่า “การสร้างคำอธิบาย หมายถึง การโต้แย้งนิรนัยที่ถูกต้องที่มีข้อสรุปเป็นเหตุการณ์ที่จะอธิบาย บางส่วนของการโต้แย้งนี้อาจจะเป็นข้อเท็จจริงของสถานการณ์มาก่อนและได้รับการตั้งสมมติฐานทางวิทยาศาสตร์ที่นำเสนอเป็นวิธีการเชื่อมโยงสถานการณ์เพื่อผลสรุป โดยมีกระบวนการสร้างดังนี้

1. การระบุปัญหาที่มีความชัดเจนสามารถบอกได้ว่าอะไรใช่ หรือไม่ใช่ และตรวจสอบได้

2. กระตุ้นให้ตั้งสมมติฐานเบื้องต้นเกี่ยวกับปัญหาที่ระบุ และให้เหตุผลในการคาดเดานั้น โดยครูจะคอยถามคำถามเพื่อช่วยให้นักเรียนคิดได้ตรงจุดที่ต้องการ

3. ทำการตรวจสอบสมมติฐาน โดยการสืบค้นข้อเท็จจริงที่หลากหลายเพื่อระบุว่าสมมติฐานนั้นถูกต้องหรือไม่ หากสมมติฐานนั้นไม่ถูกต้องจึงให้นักเรียนทำการสำรวจตรวจสอบใหม่อีกครั้ง และหากสมมติฐานนั้นไม่เป็นจริงจึงทำการเปลี่ยนสมมติฐานใหม่เพื่อนำไปสู่การสำรวจตรวจสอบจนกว่าจะได้คำตอบที่ถูกต้อง

4. เมื่อนักเรียนได้คำอธิบายใหม่ที่สามารถอธิบายปัญหา นักเรียนสามารถใช้คำอธิบายใหม่ไปอธิบายปัญหาเดิมที่ได้รับการพัฒนาได้โดยการกระทำซ้ำในขั้นตอนที่1 2 และ 3”

โดยสรุปการสร้างคำอธิบายหมายถึง การกำหนดความหมายโดยการอธิบายทางวิทยาศาสตร์ที่ประกอบด้วย 3 องค์ประกอบคือ การกล่าวอ้าง หลักฐาน และเหตุผล ที่ผ่านกระบวนการระบุปัญหา ตั้งสมมติฐาน ตรวจสอบสมมติฐาน และนำคำอธิบายไปประยุกต์ใช้

1.2 พฤติกรรมบ่งชี้ความสามารถในการสร้างคำอธิบาย

คณะกรรมการสภาการศึกษาวิทยาศาสตร์แห่งชาติของสหรัฐอเมริกา (National Science Education Standards) ได้ระบุความสามารถในการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์โดยพิจารณาพฤติกรรมบ่งชี้ของความสามารถในการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ในแต่ละระดับ (National Council, 1996: 19) ดังแสดงตารางที่ 3 ดังนี้คือ

ตารางที่ 1 พฤติกรรมบ่งชี้ความสามารถในการสร้างคำอธิบายในแต่ละระดับ (National Council, 1996: 19)

ระดับ	พฤติกรรมบ่งชี้
เกรด K-4	ใช้ข้อมูลเพื่อสร้างคำอธิบายในเชิงเหตุผล
	สื่อสารคำอธิบายผ่านกระบวนการสืบสอบ
เกรด 5- 8	พัฒนาการบรรยาย การอธิบาย การทำนาย และแบบจำลองต่าง ๆ โดยใช้หลักฐาน
	คิดอย่างมีวิจารณญาณและคิดในเชิงเหตุผลเพื่อหาความสัมพันธ์ระหว่างหลักฐานและคำอธิบาย
	ยอมรับและวิเคราะห์คำอธิบายทางเลือกและการทำนาย
	สื่อสารกระบวนการทางวิทยาศาสตร์และคำอธิบาย
เกรด 9-12	สร้างและทบทวนคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ และแบบจำลองต่าง ๆ โดยใช้เหตุผล และหลักฐาน
	ยอมรับและวิเคราะห์คำอธิบายและแบบจำลอง
	สื่อสารและกล่าวโต้แย้งเหตุผลทางวิทยาศาสตร์

จากตารางพบว่า นักเรียนในแต่ละระดับชั้น มีพฤติกรรมบ่งชี้ความสามารถในการสร้างคำอธิบายคือ เกรด K-4 สามารถใช้ข้อมูลเพื่อสร้างคำอธิบายและสื่อสารโดยผ่านกระบวนการสืบสอบ เกรด 5- 8 ใช้การคิดอย่างมีวิจารณญาณ การคิดในเชิงเหตุผลหาความสัมพันธ์ระหว่างหลักฐานและคำอธิบายเพื่อพัฒนาการอธิบายและสามารถสื่อสารผ่านกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ และเกรด 9-12

ใช้เหตุผลและหลักฐานสร้างคำอธิบายและแบบจำลอง และสื่อสารหรือโต้แย้งเหตุผลทางวิทยาศาสตร์ได้

Kemerling (2002: online) ได้กล่าวถึงความสามารถในการสร้างคำอธิบาย โดยระบุเป็นพฤติกรรมบ่งชี้ไว้ดังนี้

1. ระบุสภาพปัญหา ที่มีความสำคัญต่อปรากฏการณ์ที่จะตรวจสอบ และมีความชัดเจน

2. ตั้งสมมติฐานเบื้องต้น เพื่ออธิบายของปรากฏการณ์อย่างมีเหตุผลซึ่งมีโอกาสเปลี่ยนแปลงได้

3. เก็บรวบรวมข้อมูล การทดลอง สังเกต และตรวจสอบข้อเท็จจริงที่หลากหลาย

4. กำหนดสมมติฐาน ใช้ข้อมูลที่ได้จากการรวบรวมสร้างคำอธิบาย เพื่ออธิบายปรากฏการณ์ที่ได้ตรวจสอบอย่างมีขั้นตอนและอยู่ในขอบเขตของปัญหา

5. อนุมานผลกระทบ พิจารณาผลกระทบของการระบุสมมติฐานที่มีการอธิบายในวงกว้าง และตรวจสอบว่าการระบุสมมติฐานนั้นถูกต้องหรือไม่

6. ทดสอบผลที่ได้ ตรวจสอบข้อเท็จจริงว่าผลลัพธ์เป็นไปตามที่คาดหรือไม่ หากไม่เกิดขึ้นตามที่คาดให้กำหนดสมมติฐานใหม่อีกครั้ง

7. ประยุกต์สมมติฐาน ประยุกต์คำอธิบายใหม่ของปัญหาเดิมเพื่อพัฒนาคำอธิบายที่มีประสิทธิภาพ

Eugenia Etkina (2004) ได้ระบุเป็นพฤติกรรมบ่งชี้ความสามารถในการสร้างคำอธิบายไว้ดังนี้

1. สร้างความกระจ่างให้กับสถานการณ์และเสนอคำอธิบายจากการปรากฏการณ์ที่สังเกตได้ โดยใช้การเหตุผลที่หลากหลาย ในเชิง อุปมาอุปไมย เปรียบเทียบ นิรนัยและอุปนัย

2. ลงความเห็นในการนำคำอธิบายไปใช้ในสถานการณ์ที่มีความซับซ้อนมากขึ้น

3. ทำนายอย่างมีเหตุผลโดยใช้พื้นฐานจากคำอธิบาย

4. ประเมินคำอธิบายและปรับเปลี่ยนคำอธิบายเมื่อจำเป็น

5. จำแนกประเภท ประเมิน และระบุข้อจำกัดของคำอธิบายโดยตรวจสอบความสัมพันธ์เกี่ยวเนื่องกับรูปแบบอื่นๆ และพิจารณาความสอดคล้องกับหลักฐาน

McNeille et al. (2006) ได้กล่าวถึงความสามารถในการสร้างคำอธิบาย โดยระบุเป็นพฤติกรรมบ่งชี้ไว้ดังนี้

1. ยืนยันข้อมูลถูกต้อง โดยระบุข้อมูลที่เชื่อมโยงกับคำถาม มีทฤษฎีหรือแนวคิดสนับสนุน

2. ระบุหลักฐานที่ถูกต้องและครบถ้วนต่อการสนับสนุนการอ้างอิง มีการวางแผนค้นคว้าและสามารถจัดกระทำข้อมูล

3. ให้เหตุผลที่ถูกต้องและครบถ้วนเพื่อเชื่อมโยงหลักฐานไปสู่การกล่าวอ้างที่เหมาะสมและเพียงพอต่อหลักการทางวิทยาศาสตร์

โดยสรุปพฤติกรรมบ่งชี้ความสามารถในการสร้างคำอธิบาย หมายถึง พฤติกรรมที่นักเรียนสามารถระบุปัญหา ตั้งสมมติฐาน รวบรวมข้อมูล สื่อสาร กล่าวโต้แย้งให้เหตุผลทางวิทยาศาสตร์ สร้างแบบจำลอง และนำคำอธิบายไปประยุกต์ใช้จากการใช้หลักฐานที่มี โดยผ่านกระบวนการสืบสอบ

1.3 แนวทางการประเมินความสามารถในการสร้างคำอธิบาย

การประเมินความสามารถในการสร้างคำอธิบายเป็นการวัดความรู้ ความเข้าใจทางการเรียนวิทยาศาสตร์ ซึ่งวิธีการประเมินจะแสดงถึงความสามารถของผู้เรียน นักการศึกษาและนักจิตวิทยาได้เสนอแนะวิธีการให้คะแนนแบบต่าง ๆ ดังต่อไปนี้

Stanley (1972) ได้เสนอวิธีการให้คะแนนแบบจัดกลุ่ม (Sorting method) ผู้ตรวจจะต้องอ่านคำตอบของนักเรียนและแบ่งกระดาษคำตอบออกเป็น 5 กลุ่ม ตามคะแนน คือ ระดับคะแนนที่อยู่ในเกณฑ์ดีมาก ดี ปานกลาง พอใช้ และควรปรับปรุง หลังจากนั้นจึงอ่านซ้ำอีกครั้งหนึ่ง ตามกลุ่มที่ได้แบ่งไว้ แล้วจึงให้คะแนนการตรวจ การให้คะแนนด้วยวิธีนี้เหมาะสมสำหรับข้อสอบอัตนัยแบบตอบยาว

Thorndrike and Hagen (1996) ได้เสนอวิธีการให้คะแนน 3 วิธี คือ

1. วิธีการประเมินค่ารวม (Holistic Method) ผู้ตรวจให้คะแนนแต่ละข้อโดยประเมินผลรวมและกำหนดน้ำหนักการให้คะแนนเป็นส่วน ๆ

2. วิธีวิเคราะห์ (Analytic Method) ผู้ตรวจจะกำหนดน้ำหนักและการให้คะแนนเป็นส่วนๆ

3. วิธีกำหนดคะแนน (Point – score method) ผู้ตรวจนำกระดาษคำตอบของนักเรียนมาเปรียบเทียบกับเฉลย โดยถือว่าคำตอบที่เฉลยเป็นคำตอบที่ดีที่สุด และให้คะแนนเต็มสำหรับคำตอบตรงกับที่เฉลย การตรวจวิธีนี้เหมาะสมทั้งข้อสอบอัตนัยแบบตอบยาว และข้อสอบอัตนัยแบบตอบสั้น

โดยสรุปความสามารถในการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์สามารถประเมินได้โดย

1. การให้คะแนนแบบจัดกลุ่ม (Sorting method) ผู้แบ่งกระดาษคำตอบออกเป็น 5 กลุ่ม ตามระดับคะแนน และทำการอ่านซ้ำอีกครั้งหนึ่ง แล้วจึงให้คะแนนการตรวจ

2. การประเมินค่ารวม (Holistic Method) ผู้ตรวจให้คะแนนแต่ละข้อโดยประเมินผลรวม และกำหนดน้ำหนักการให้คะแนนเป็นส่วน ๆ

3. วิธีวิเคราะห์ (Analytic Method) ผู้ตรวจกำหนดน้ำหนักและการให้คะแนนเป็นส่วนๆ

4. วิธีกำหนดคะแนน (Point – score method) ผู้ตรวจนำคำตอบมาเปรียบเทียบกับเฉลย และให้คะแนนเต็มสำหรับคำตอบตรงกับที่เฉลย

2. มโนทัศน์เรื่องบรรยากาศ

2.1 ความหมายและประเภทของมโนทัศน์

มโนทัศน์ เป็นคำที่แปลมาจากคำว่า concept ตรงกับคำเรียกในภาษาไทยที่มีความหมายเดียวกันหลายคำ เช่น ความคิดรวบยอด สังกัป มโนภาพ มโนคติ หรือ มโนมติ เป็นต้น ซึ่งนักจิตวิทยาการศึกษาและนักการศึกษาวิทยาศาสตร์ทั้งในและต่างประเทศ ได้ให้ความหมายไว้ดังนี้

Klausmeier (1975: 246) ได้ให้ความหมายของมโนทัศน์ว่า “มโนทัศน์ หมายถึง ความเข้าใจถึงลักษณะของสิ่งต่าง ๆ ไม่ว่าจะเป็นวัตถุ เหตุการณ์ หรือกระบวนการ ทำให้เราแยกสิ่งต่าง ๆ ออกจากกันและสามารถเชื่อมโยงเข้ากับสิ่งที่เป็นประเภทเดียวกันได้”

Feldmad (1990: 259) ได้ให้ความหมายของมโนทัศน์ว่า “มโนทัศน์ คือการจัดกลุ่มวัตถุ เหตุการณ์ หรือบุคคลที่มีสมบัติคล้ายคลึงกัน ซึ่งจะทำให้เกิดความเข้าใจในสิ่งต่างๆได้ง่าย และทำให้เราจำแนกสิ่งใหม่ๆที่พบเห็นให้อยู่ในรูปที่เราสามารถเข้าใจตามพื้นฐานประสบการณ์เดิมได้”

Woolfolk (1995: 286) ได้ให้ความหมายของมโนทัศน์ว่า “มโนทัศน์ คือ กลุ่มประเภทของเหตุการณ์ ความคิด วัตถุ หรือบุคคลโดยใช้ลักษณะคล้ายคลึง”

Line (2000: 2) ได้ให้ความหมายของมโนทัศน์ว่า “มโนทัศน์ คือ การสร้างกลุ่มความรู้ที่เกิดจากรวบรวมและการแยกข้อมูลของมนุษย์”

ธีระชัย ปูรณโชติ (2537: 40-41) ได้ให้ความหมายของมโนทัศน์ว่า “มโนทัศน์ คือ ความเข้าใจโดยสรุปเกี่ยวกับสิ่งใดสิ่งหนึ่ง ที่เกิดจากการสังเกตหรือได้รับประสบการณ์เกี่ยวกับสิ่งนั้นแล้วนำคุณลักษณะต่าง ๆ ของสิ่งนั้นมาประมวลกันเข้าด้วยกันเป็นความคิดโดยสรุปของสิ่ง ๆ นั้น”

ปรีชา ธรรมา (2543: 44) ได้ให้ความหมายของมโนทัศน์ว่า“มโนทัศน์ คือ ความรู้ ความเข้าใจความคิดเห็นเกี่ยวกับสิ่งเร้าต่างๆที่มีลักษณะสำคัญร่วมกัน ตรงกับนิยามหรือหลักเกณฑ์ที่กำหนดไว้ โดยมนุษย์สามารถรับรู้และเข้าใจมโนทัศน์ได้ทั้งในความหมายแคบและในความหมายกว้าง”

โดยสรุป มโนทัศน์ หมายถึง ความรู้ความเข้าใจในสิ่งต่างๆที่มีลักษณะร่วมกัน ที่เกิดจากสังเกต จัดกลุ่ม การจำแนกสิ่งต่างๆ และนำสิ่งเหล่านั้นมาแยกออกจากกันและเชื่อมโยงสิ่งที่เป็นประเภทเดียวกันเพื่อประมวลเป็นความคิดโดยสรุป

ความหมายของมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์

นักการศึกษาได้กล่าวถึงความหมายของมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ไว้ดังนี้

Klopler (1971) ได้ให้ความหมายของมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ว่า “มโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ หมายถึง ความคิดหลักที่คนเรามีต่อสิ่งใดสิ่งหนึ่ง ซึ่งช่วยให้มีความรู้ ความเข้าใจเกี่ยวกับสิ่งนั้น โดยความเข้าใจดังกล่าวจะแตกต่างไปตามประสบการณ์ของแต่ละบุคคล”

Sund and Trowbridge (1973: 17-18) ได้ให้ความหมายของมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ว่า “มโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ หมายถึง สิ่งที่เป็นนามธรรมที่เกิดขึ้นจากการใช้ประสาทสัมผัสศึกษาสังเกตวัตถุที่เป็นรูปธรรม (concrete objects) หรือเป็นสิ่งที่เกี่ยวข้องกับกระบวนการ”

Carin (1989: 7) ได้ให้ความหมายของมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ว่า “มโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ หมายถึง การรวมจิตใจเกี่ยวกับโลกบนพื้นฐานของวัตถุหรือเหตุการณ์ที่คล้ายคลึงกัน”

Jacobson และ Bergman (1999: 120) ได้ให้ความหมายของมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ว่า “มโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ หมายถึง ความคิดที่เกี่ยวข้องกับสถานการณ์ทางธรรมชาติ สามารถพัฒนาผ่านประสบการณ์ทางวิทยาศาสตร์ที่หลากหลาย โดยเด็กจะพัฒนามโนทัศน์เมื่อเข้าใจสิ่งที่เกิดขึ้นจากสิ่งที่สำรวจตรวจสอบ ปฏิบัติการทดลอง และประสบการณ์ทางวิทยาศาสตร์อื่นๆและเชื่อมโยงสัมพันธ์ความเข้าใจไปยังประสบการณ์ที่มีอยู่”

โดยสรุป มโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ หมายถึง ความคิด ความเข้าใจที่มีต่อสิ่งใดสิ่งหนึ่งเกิดขึ้นจากการใช้ประสาทสัมผัสศึกษา สังเกตวัตถุที่เป็นรูปธรรม หรือเหตุการณ์ที่คล้ายคลึงกัน และประสบการณ์ทางวิทยาศาสตร์เพื่อเชื่อมโยงสัมพันธ์ระหว่างความเข้าใจกับประสบการณ์ที่มีอยู่ให้เกิดความเข้าใจเกี่ยวกับสิ่งนั้น โดยความเข้าใจดังกล่าวจะแตกต่างไปตามประสบการณ์ของแต่ละบุคคล

ประเภทของมโนทัศน์

การจำแนกประเภทมโนทัศน์สามารถจำแนกได้หลายลักษณะซึ่งนักจิตวิทยา และนักการศึกษา ได้จำแนกประเภทของมโนทัศน์ มีรายละเอียดดังนี้

Gagne (1970; cited in Nitko, 2007: 209-210) ได้แบ่งมโนทัศน์ออกเป็น 2 ประเภท ดังนี้

1. มโนทัศน์เชิงรูปธรรม (concrete concept) คือ กลุ่มหรือสมาชิกภายในกลุ่มที่มีลักษณะทางกายภาพสามารถสัมผัสได้โดยใช้ประสาทสัมผัส คล้ายคลึงกันตั้งแต่หนึ่งลักษณะหรือมากกว่า เช่น การได้ยิน เห็น การลิ้มรส ความรู้สึก หรือการได้กลิ่น

2. มโนทัศน์เชิงคำอธิบาย (defined concept) คือ กลุ่มหรือสมาชิกภายในกลุ่มที่มีลักษณะเป็นการกำหนดนิยามหรือคำจำกัดความโดยใช้ลักษณะที่คล้ายคลึงกัน ซึ่งลักษณะเหล่านี้ไม่สามารถสัมผัส

ได้โดยใช้ประสาทสัมผัส และมีความสัมพันธ์กับมโนทัศน์อื่นๆ บางครั้งจึงเรียกว่า มโนทัศน์เชิงความสัมพันธ์ (relation concept) เช่น มุมตรงข้ามกัน มิตรไมตรี ลุง

Gibson (1980: 276) ได้แบ่งมโนทัศน์ออกเป็น 2 ประเภท ดังนี้

1. มโนทัศน์เชิงรูปธรรม (Concrete concepts) คือ ความคิดที่สามารถเชื่อมโยงไปสู่กลุ่มของวัตถุที่สามารถสังเกตได้ เช่น บ้าน หนังสือ หรือคุณภาพของวัตถุ เช่น สี ขนาด

2. มโนทัศน์เชิงนามธรรม (abstract concepts) คือ ความคิดที่ไม่สามารถเชื่อมโยงไปสู่วัตถุที่สังเกตได้หรือคุณภาพของวัตถุได้โดยตรง

Smith and Ragan (2005: 80) ได้แบ่งมโนทัศน์ออกเป็น 2 ประเภท ดังนี้

1. มโนทัศน์เชิงรูปธรรม (concrete concepts) คือ มโนทัศน์ที่จำแนกจากลักษณะทางกายภาพของสิ่งนั้นด้วยตนเอง ไม่ว่าจะเป็นทางการมองเห็น การได้ยิน การสัมผัส หรือการได้กลิ่น

2. มโนทัศน์เชิงนิยาม (defined concepts) คือ มโนทัศน์ที่จำแนกจากสิ่งที่ตรงกับคำนิยามหรือลักษณะเฉพาะของสิ่งที่มีคนรู้มาก่อน เช่น คำว่า ประชาธิปไตย อนาธิปไตย กรด เบส (นักเคมีให้คำนิยามเพื่อบอกระดับของค่า pH) เป็นต้น

โดยสรุปมโนทัศน์แบ่งออกเป็น 2 ประเภท ได้แก่

1. มโนทัศน์เชิงรูปธรรม (concrete concepts) คือ ความคิดที่สามารถเชื่อมโยงไปสู่กลุ่มของวัตถุที่มีลักษณะทางกายภาพที่สามารถสัมผัสโดยใช้ประสาทสัมผัสได้

2. มโนทัศน์เชิงเชิงนามธรรม (abstract concepts) คือ ความคิดที่มีลักษณะเป็นการกำหนดนิยามหรือคำจำกัดความโดยใช้ลักษณะที่คล้ายคลึงกัน ไม่สามารถสัมผัสได้โดยใช้ประสาทสัมผัสได้

ประเภทของมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์

นักการศึกษาวิทยาศาสตร์ได้จำแนกประเภทของมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ไว้ดังนี้

Romey (1968: 117) ได้แบ่งมโนทัศน์ทางออกเป็น 3 ประเภท ดังนี้

1. มโนทัศน์เกี่ยวกับการแบ่งประเภท (classification concepts) เป็นมโนทัศน์ที่เป็นคำอธิบายลักษณะร่วม โดยนำไปใช้ในการบรรยายวัตถุ หรือสถานการณ์นั้นๆ

2. มโนทัศน์เชิงความสัมพันธ์ (correlation concepts) เป็นมโนทัศน์ที่บอกความสัมพันธ์ระหว่างข้อเท็จจริงที่เกี่ยวข้องกัน เช่น แรงเป็นอำนาจผลักหรือดึงวัตถุให้เคลื่อนที่ได้ เช่น แรงเป็นอำนาจที่ผลักหรือดึงวัตถุให้เคลื่อนที่ได้

3. มโนทัศน์เชิงทฤษฎี (Theoretical Concepts) หมายถึง มโนทัศน์ที่อยู่นอกเหนือประสบการณ์ทางประสาทสัมผัสหรือข้อเท็จจริง แต่มีความสอดคล้องกับเหตุผลของมนุษย์ที่ซึ่งมีความสอดคล้องกับข้อเท็จจริง เป็นมโนทัศน์ที่กล่าวถึงความสัมพันธ์ระหว่างเหตุและผล นำไปใช้ในการทำนาย หรือพยากรณ์ต่างๆ เช่น สารอาหารไขมัน และคาร์โบไฮเดรตให้พลังงาน และให้ความอบอุ่นต่อร่างกาย ความร้อน 1 องศาเซลเซียส จะทำให้เพิ่มปริมาณพลังงาน 1 กิโลแคลอรี

Lawson (2000: 996-1018) ได้แบ่งมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ ออกเป็น 3 ประเภท ดังนี้

1. มโนทัศน์เชิงทฤษฎี (theoretical concepts) คือ มโนทัศน์ที่ไม่สามารถสังเกตได้โดยใช้ประสาทสัมผัส โดยเฉพาะประสาทสัมผัสทางตา แต่รับรู้ได้จากแนวคิดทฤษฎีที่นักวิทยาศาสตร์เสนอขึ้นมา เช่น มโนทัศน์ของอะตอม โฟตอน อิเล็กตรอน ควาร์ก โมเลกุล และรวมไปถึงมโนทัศน์ของกระบวนการที่เกี่ยวข้องกับปฏิกิริยาของอะตอมหรือโมเลกุล เช่น การแพร่ ไกลโคไลซิส กระบวนการหายใจแบบไม่ใช้ออกซิเจน กระบวนการออกซิเดชัน

2. มโนทัศน์เชิงบรรยาย (descriptive concepts) คือ มโนทัศน์ที่เกิดจากการสังเกตวัตถุหรือเหตุการณ์โดยตรง หลายครั้ง แล้วเชื่อมโยงลักษณะร่วมกันที่สำคัญของวัตถุหรือเหตุการณ์เข้าด้วยกัน เกิดเป็นมโนทัศน์เกี่ยวกับสิ่งนั้น เช่น มโนทัศน์เกี่ยวกับเก้าอี้ โต๊ะ เฟอร์นิเจอร์ รถยนต์ เรือ การกิน การนอน การร้องไห้ รวมไปถึงมโนทัศน์เกี่ยวกับตำแหน่ง และขนาดของวัตถุ เช่น ข้างตี ถัดไป สั้นกว่า

3. มโนทัศน์เชิงสอดแทรก (intermediate concepts) คือ มโนทัศน์ที่ไม่สามารถสังเกตได้โดยตรง แต่สามารถรับรู้ได้ ซึ่งการรับรู้มีข้อจำกัดที่ระยะเวลาและสถานการณ์

โดยสรุปมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์แบ่งออกเป็น 3 ประเภท ได้แก่

1. มโนทัศน์เชิงทฤษฎี คือ มโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ที่ไม่สามารถสังเกตได้โดยใช้ประสาทสัมผัส แต่สามารถสร้างความเข้าใจได้จากหลักฐานที่มีและแนวคิดทฤษฎีที่นักวิทยาศาสตร์เสนอไว้ เพื่อนำไปใช้ในการทำนายและพยากรณ์

2. มโนทัศน์เชิงบรรยาย คือ มโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ที่เกิดจากการสังเกตวัตถุหรือเหตุการณ์แล้วเชื่อมโยงลักษณะร่วมกันที่สำคัญเข้าด้วยกัน เพื่อนำไปใช้ในการบรรยายวัตถุ หรือเหตุการณ์นั้นๆ

3. มโนทัศน์เชิงความสัมพันธ์ คือ มโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ที่บอกความสัมพันธ์ระหว่างเหตุและผล

2.2 ประเภทของมโนทัศน์เรื่องบรรยากาศ

กระทรวงศึกษาธิการ (2551: 112) ได้กำหนดมาตรฐานการเรียนรู้กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ สาระที่ 6 กระบวนการเปลี่ยนแปลงของโลกคือ เข้าใจกระบวนการต่างๆที่เกิดขึ้นบนผิวโลกและภายในโลก ความสัมพันธ์ของกระบวนการต่างๆที่มีต่อการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศ ภูมิประเทศ และสัณฐานของโลก มีกระบวนการสืบเสาะหาความรู้และจิตวิทยาศาสตร์ สื่อสารสิ่งที่เรียนรู้และนำความรู้ไปใช้ประโยชน์ และกำหนดตัวชี้วัดเรื่องบรรยากาศในระดับมัธยมศึกษาปีที่ 1 ไว้ดังนี้

1. สืบค้นและอธิบายองค์ประกอบและการแบ่งชั้นบรรยากาศที่ปกคลุมผิวโลก
2. ทดลองและอธิบายความสัมพันธ์ระหว่างอุณหภูมิ ความชื้นและความกดอากาศที่มีผลต่อปรากฏการณ์ทางลมฟ้าอากาศ
3. สังเกต วิเคราะห์และ อภิปรายการเกิดปรากฏการณ์ทางลมฟ้าอากาศที่มีผลต่อมนุษย์
4. สืบค้น วิเคราะห์ และแปลความหมายข้อมูลจากการพยากรณ์อากาศ
5. สืบค้น วิเคราะห์ และอธิบายผลของลมฟ้าอากาศต่อการดำรงชีวิตของสิ่งมีชีวิต และสิ่งแวดล้อม
6. สืบค้น วิเคราะห์ และอธิบายปัจจัยทางธรรมชาติและการกระทำของมนุษย์ที่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิของโลก รูโหว่โอโซน และฝนกรด
7. สืบค้น วิเคราะห์และอธิบายผลของภาวะโลกร้อน รูโหว่โอโซน และฝนกรด ที่มีต่อสิ่งมีชีวิตและสิ่งแวดล้อม

จากการวิเคราะห์มาตรฐานและตัวชี้วัดและสาระการเรียนรู้ในการเรียนรู้เรื่องบรรยากาศ สามารถจำแนกสาระการเรียนรู้ให้สอดคล้องกับประเภทของมโนทัศน์ได้ดังตารางต่อไปนี้

ตารางที่ 2 การจำแนกมโนทัศน์เรื่องบรรยากาศตามสาระการเรียนรู้ มาตรฐานและตัวชี้วัด

มาตรฐานและตัวชี้วัด	สาระการเรียนรู้	มโนทัศน์	
		เชิงบรรยาย	เชิงทฤษฎี
ว 6.1 ม.1/1	- บรรยากาศของโลกประกอบด้วยส่วนผสมของแก๊สต่าง ๆ ที่อยู่รอบโลกสูงขึ้นไปจากพื้นผิวโลกหลายกิโลเมตร - บรรยากาศแบ่งเป็นชั้นตามอุณหภูมิและการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิตามความสูงจากพื้นดิน	อากาศที่ปกคลุมโลกจากพื้นดินจนถึงระดับสูงในท้องฟ้าก่อนชั้นอวกาศ	บรรยากาศ ประกอบด้วย แก๊สไนโตรเจน ออกซิเจน คาร์บอนไดออกไซด์ ไอน้ำ ฝุ่นละออง และแก๊สอื่นๆ เล็กน้อย บรรยากาศ แบ่งได้ 4 ระดับ โดยใช้อุณหภูมิเป็นเกณฑ์ดังนี้ คือ 1. โทรโปสเฟียร์ 2.สตราโตสเฟียร์ 3. มีโซสเฟียร์ 4. เทอร์โมสเฟียร์
ว 6.1 ม.1/2	- อุณหภูมิ ความชื้นและความกดอากาศมีผลต่อปรากฏการณ์ทางลมฟ้าอากาศ	ความกดอากาศ คือแรงกระทำต่อหนึ่งหน่วยพื้นที่ในทิศตั้งฉาก มีหน่วยเป็นนิวตันต่อตารางเมตร	อุณหภูมิ ความชื้นและความกดอากาศมีผลต่อปรากฏการณ์ทางลมฟ้าอากาศ

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 2 การจำแนกมโนทัศน์เรื่องบรรยากาศตามสาระการเรียนรู้ มาตรฐานและตัวชี้วัด (ต่อ)

มาตรฐานและตัวชี้วัด	สาระการเรียนรู้	มโนทัศน์	
		เชิงบรรยาย	เชิงทฤษฎี
ว 6.1 ม.1/3	- ปรากฏการณ์ทางลมฟ้าอากาศ ได้แก่ การเกิดเมฆ ฝน พายุฟ้าคะนอง พายุหมุนเขตร้อน ลมมรสุมฯลฯ	-เมฆ คือ อนุภาคน้ำหรือผลึกน้ำแข็งขนาดเล็กลอยอยู่ในอากาศ ประกอบด้วยน้ำ, น้ำแข็งหรือทั้ง 2 อย่าง -น้ำฟ้า หมายถึง อนุภาคน้ำหรือน้ำแข็งที่ตกลงมายังพื้นโลกในรูปต่างๆ -พายุฟ้าคะนอง คือ การเกิดฝนตกหนัก ลมแรง มีฟ้าแลบ ฟ้าร้อง และฟ้าผ่า ซึ่งเกิดเฉพาะถิ่นในระยะเวลาสั้นๆ และครอบคลุมพื้นที่ไม่กว้างมาก	-ปรากฏการณ์ทางลมฟ้าอากาศ ได้แก่ การเกิดเมฆ ฝน พายุฟ้าคะนอง พายุหมุนเขตร้อน ลมมรสุม -ชนิดของเมฆจำแนกตามระดับความสูงได้ 4 ประเภท ดังนี้ 1.เมฆชั้นสูง 2.เมฆชั้นกลาง 3.เมฆชั้นต่ำ 4.เมฆซึ่งก่อตัวเป็นแนวตั้ง -พายุหมุนเขตร้อน เกิดจากความดันอากาศ 2 บริเวณต่างกันมาก ทำให้อากาศเคลื่อนที่จากบริเวณที่มีความกดอากาศสูงไปยังบริเวณที่มีความกดอากาศต่ำ เกิดขึ้นเฉพาะบริเวณมหาสมุทรและทะเลในเขตร้อนเท่านั้น -มรสุม เกิดจากความแตกต่างของอุณหภูมิระหว่างพื้นทวีปกับมหาสมุทรในบริเวณกว้าง มีช่วงเวลาที่เกิดนานและเกิดเป็นฤดูกาล

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 2 การจำแนกมโนทัศน์เรื่องบรรยากาศตามสาระการเรียนรู้ มาตรฐานและตัวชี้วัด (ต่อ)

มาตรฐานและตัวชี้วัด	สาระการเรียนรู้	มโนทัศน์	
		เชิงบรรยาย	เชิงทฤษฎี
ว 6.1 ม.1/4	- การพยากรณ์อากาศอาศัยข้อมูลเกี่ยวกับอุณหภูมิ ความกดอากาศ ความชื้น ปริมาณเมฆ ปริมาณน้ำฝน และนำมาแปลความหมายเพื่อใช้ในการทำนายสภาพอากาศ	การคาดหมายล่วงหน้าถึงสภาวะของลมฟ้าอากาศและปรากฏการณ์ทางธรรมชาติที่จะเกิดขึ้น	การนำข้อมูลเกี่ยวกับอุณหภูมิ ความกดอากาศ ความชื้น ปริมาณเมฆ ปริมาณน้ำฝนมาแปลความหมายเพื่อใช้ในการทำนายสภาพอากาศ
ว 6.1 ม.1/5	สภาพลมฟ้าอากาศที่เปลี่ยนแปลงบนโลก ทำให้เกิดพายุ ปรากฏการณ์เอลนิโญ ลานีญา ซึ่งส่งผลต่อการดำรงชีวิตของมนุษย์และสิ่งแวดล้อม		-ปรากฏการณ์แอลนิโญ เกิดจากลมสินค้าที่พัดพาน้ำอุ่นจากมหาสมุทรแปซิฟิกด้านตะวันออก มีอุณหภูมิต่ำกว่าปกติ และฝั่งตะวันตกของมหาสมุทรแปซิฟิก อุณหภูมิน้ำทะเลสูงกว่าปกติอากาศเหนือบริเวณนี้จึงมีอุณหภูมิและความชื้นสูงกว่าปกติ ขณะที่ชายฝั่งตะวันตกของทวีปอเมริกาใต้แห้งแล้งกว่าปกติ -ปรากฏการณ์ลานีญา เกิดจากลมสินค้าที่พัดพาน้ำอุ่นจากมหาสมุทรแปซิฟิกด้านตะวันออก มีอุณหภูมิต่ำกว่าปกติ และฝั่งตะวันตกของมหาสมุทรแปซิฟิก อุณหภูมิน้ำทะเลสูงกว่าปกติอากาศเหนือบริเวณนี้จึงมีอุณหภูมิและความชื้นสูงกว่าปกติ ขณะที่ชายฝั่งตะวันตกของทวีปอเมริกาใต้แห้งแล้งกว่าปกติ

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 2 การจำแนกมโนทัศน์เรื่องบรรยากาศตามสาระการเรียนรู้ มาตรฐานและตัวชี้วัด (ต่อ)

มาตรฐานและตัวชี้วัด	สาระการเรียนรู้	มโนทัศน์	
		เชิงบรรยาย	เชิงทฤษฎี
ว 6.1 ม.1/6	ปัจจัยทางธรรมชาติและการกระทำของมนุษย์ เช่น ภูเขาไฟระเบิด การตัดไม้ทำลายป่า การเผาไหม้ของเครื่องยนต์และการปล่อยแก๊สเรือนกระจก มีผลทำให้เกิดภาวะโลกร้อน รูโหว่ของชั้นโอโซนและฝนกรด - ภาวะโลกร้อนคือ ปรากฏการณ์ที่อุณหภูมิเฉลี่ยของโลกสูงขึ้น	ปรากฏการณ์เรือนกระจก คือ ปรากฏการณ์ที่แก๊สบางชนิด เช่น คาร์บอนไดออกไซด์ มีเทน และไนตรัสออกไซด์ดูดกลืนรังสีความร้อนและคายรังสีความร้อนกลับสู่ผิวโลกทำให้อากาศบริเวณผิวโลกอบอุ่นหรือร้อนขึ้น -ภาวะโลกร้อนคือ ปรากฏการณ์ที่อุณหภูมิเฉลี่ยของโลกสูงขึ้น	ปัจจัยทางธรรมชาติและการกระทำของมนุษย์ มีผลทำให้เกิดภาวะโลกร้อน รูโหว่ของชั้นโอโซนและฝนกรด
ว 6.1 ม.1/7	ภาวะโลกร้อนทำให้เกิดการละลายของธาร น้ำแข็ง ระดับน้ำทะเลสูงขึ้น การกัดเซาะชายฝั่งเพิ่มขึ้น น้ำท่วม ไฟป่า ส่งผลให้สิ่งมีชีวิตบางชนิดสูญพันธุ์และทำ ให้สิ่งแวดล้อมเปลี่ยนแปลงไป - รูโหว่โอโซน และฝนกรดมีผลต่อการเปลี่ยนแปลงของสิ่งมีชีวิตและสิ่งแวดล้อม		-ภาวะโลกร้อนทำให้เกิดการละลายของธารน้ำแข็ง ระดับน้ำทะเลสูงขึ้น การกัดเซาะชายฝั่งเพิ่มขึ้น น้ำท่วม ไฟป่า ส่งผลให้สิ่งมีชีวิตบางชนิดสูญพันธุ์และทำให้สิ่งแวดล้อมเปลี่ยนแปลงไป - รูโหว่โอโซน และฝนกรดมีผลต่อการเปลี่ยนแปลงของสิ่งมีชีวิตและสิ่งแวดล้อม

จากการศึกษาสรุปมโนทัศน์เรื่องบรรยากาศได้ว่า “มโนทัศน์เรื่องบรรยากาศ หมายถึง ความรู้ความเข้าใจที่มีต่อความหมายและแนวคิดหลักของเรื่องเรื่องส่วนประกอบของบรรยากาศ ปรากฏการณ์ลมฟ้าอากาศ และผลกระทบที่เกิดจากการกระทำของมนุษย์ต่อปรากฏการณ์ลมฟ้าอากาศ ซึ่งเกิดจากการใช้ประสาทสัมผัสศึกษา และประสบการณ์ทางวิทยาศาสตร์เชื่อมโยงความสัมพันธ์ที่พัฒนาได้จากกระบวนการทางวิทยาศาสตร์”

2.3 แนวทางการวัดมโนทัศน์เรื่องบรรยากาศ

การวัดมโนทัศน์เรื่องบรรยากาศ เป็นแบบวัดความรู้ความจำ ความเข้าใจ และการนำไปใช้ ซึ่งมีนักจิตวิทยาและนักการศึกษาเสนอแนวทางในการวัดมโนทัศน์ดังนี้

Jenkins and Deno (1971 cited in Nitko, 2004: 205) ได้เสนอแนวทางการวัดมโนทัศน์ไว้ 4 วิธี คือ

1. การกำหนดให้นักเรียนเขียนนิยาม (definition) ของมโนทัศน์ โดยการทำแบบสอบอัตนัยหรือการพูดอธิบาย

2. การกำหนดให้นักเรียนยกตัวอย่างของมโนทัศน์ โดยการทำแบบอัตนัยหรือการพูดอธิบาย

3. การกำหนดให้นักเรียนจำแนกว่าสิ่งใดเป็นตัวอย่างและไม่เป็นตัวอย่างมโนทัศน์โดยการทำแบบสอบปรนัยหรืออัตนัย

4. กำหนดให้นักเรียนวิเคราะห์คำนิยามของมโนทัศน์เพื่อระบุองค์ประกอบและสิ่งที่เกี่ยวข้องกับมโนทัศน์ โดยการทำแบบสอบปรนัยหรืออัตนัย

Jacobsen et al. (1985: 280-283) ได้เสนอแนวทางพัฒนาแบบวัดมโนทัศน์ สรุปได้ดังนี้

1. ให้นักเรียนเขียนความหมายของคำศัพท์ที่กำหนดให้ โดยใช้แบบวัดแบบอัตนัย

2. ให้นักเรียนเลือกคำตอบที่อธิบายความหมายของคำศัพท์ที่กำหนดให้ โดยใช้แบบวัดแบบเลือกตอบ

3. ให้นักเรียนเลือกวงกลมหรือขีดเส้นใต้สิ่งจัดอยู่ในกลุ่มเดียวกัน โดยใช้แบบวัดแบบเลือกตอบ

4. ให้นำคำศัพท์เหล่านั้นมาประยุกต์ใช้ เช่น ให้นำคำว่า rock ซึ่งเป็นคำนามมาแต่งเป็นประโยค โดยใช้แบบวัดแบบอัตนัย

Cruickshank et al. (1995: 308-312) ได้เสนอประเภทของแบบวัด 2 ประเภท เพื่อเป็นแนวทางในการพัฒนาแบบวัดมโนทัศน์ สรุปได้ดังนี้

1. แบบวัดที่สร้างการตอบสนองเอง (created Response Items) ได้แก่ แบบอัตนัยซึ่งต้องการให้นักเรียนเรียบเรียงคำตอบด้วยคำของตนเองมากกว่าการเลือกคำตอบที่เหมาะสมจากที่กำหนดให้ ซึ่งการเขียนตอบจะแสดงออกถึงระดับสติปัญญา (cognitive level) องค์ความรู้ที่มีและมโนทัศน์ของนักเรียนได้

2. แบบวัดที่ตอบสนองจากสิ่งที่กำหนดให้ (Selected Response Items) ได้แก่ แบบจับคู่ แบบถูก-ผิด แบบเลือกตอบ ในส่วนของแบบเลือกตอบจะสามารถประเมินการเรียนรู้ลงในขอบเขตเนื้อหาและระดับสติปัญญาได้กว้างกว่าเนื่องจากใช้เวลาในการทำแบบวัดน้อย และครูประเมินผลได้ตรงตามวัตถุประสงค์ จึงสามารถนำมาวัดมโนทัศน์ได้

Odum and Kelly (2001: 616-635) ได้เสนอขั้นตอนในการพัฒนาแบบวัดมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ สรุปได้ดังนี้

1. ศึกษามโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียน จากการทำแบบวัดแบบเลือกตอบที่กำหนดให้เขียนเหตุผลสนับสนุนในการเลือกคำตอบ

2.สร้างแบบวัดแบบเลือกตอบซึ่งประกอบด้วยข้อคำถาม 2 ตอน (two-tier multiple choice format) คือ ตอนที่ 1 เป็นข้อคำถามเชิงเนื้อหา ซึ่งอาจมีตัวเลือก 2-4 ตัวเลือก และตอนที่ 2 เป็นส่วนของเหตุผลสนับสนุนคำตอบที่เลือกในตอนที่ 1 ซึ่งมี 4 เหตุผลสนับสนุนคำตอบ

3. นำแบบวัดไปใช้กับกลุ่มเป้าหมาย

โดยสรุปแนวทางการวัดมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งสามารถนำไปใช้เป็นแนวทางในการวัดมโนทัศน์เรื่องบรรยากาศ สามารถจำแนกได้ 3 วิธี ได้แก่

1. การใช้แบบวัดมโนทัศน์แบบอัตนัยชนิดตอบสั้นและตอบยาว

2. ใช้แบบวัดมโนทัศน์แบบปรนัย จำแนกได้ 3 ประเภทดังนี้

2.1 แบบวัดมโนทัศน์แบบปรนัยแบบเลือกตอบโดยการจับคู่ แบบถูก-ผิด

2.2. แบบวัดมโนทัศน์แบบปรนัยสองตอน (two-tier multiple choice format) ใช้แบบวัดมโนทัศน์แบบปรนัยสองตอน โดยตอนที่หนึ่งเป็นคำถามเชิงเนื้อหา (content question) และตอนที่สองเป็นเหตุผลสนับสนุนคำตอบที่เลือก (alternative reason)

3. รูปแบบการเรียนการสอน EIMA

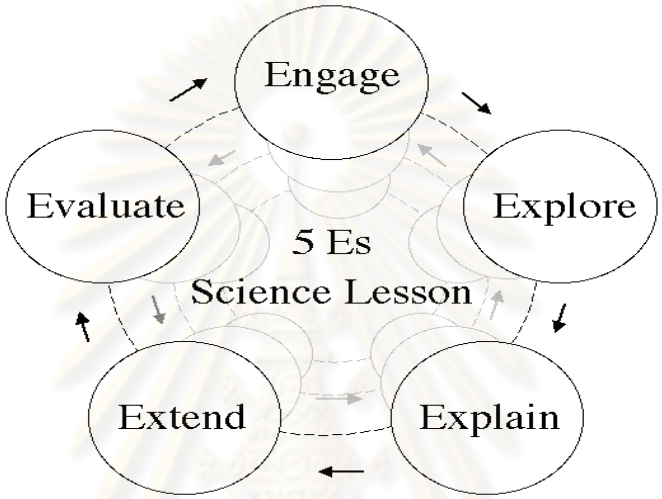
การศึกษาเกี่ยวกับรูปแบบการเรียนการสอน EIMA ที่นำมาใช้ในการจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ประกอบด้วยหัวข้อดังต่อไปนี้ ความเป็นมาของรูปแบบการเรียนการสอน แนวคิดและทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง ขั้นตอนของการจัดการเรียนการสอนโดยใช้รูปแบบการเรียนการสอน EIMA บทบาทครูและบทบาทนักเรียน และข้อดี ข้อจำกัดของการจัดการเรียนการสอนโดยใช้รูปแบบการจัดการเรียนการสอน EIMA

3.1 ความเป็นมาของรูปแบบการเรียนการสอน EIMA

รูปแบบการเรียนการสอน EIMA เป็นรูปแบบการเรียนการสอนที่ Schwarz และ Gwekwerere ได้พัฒนาขึ้นในปี ค.ศ. 2006 มีวัตถุประสงค์เพื่อพัฒนาการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนด้วยรูปแบบการเรียนรู้แบบสืบสอบเป็นฐาน โดยใช้รูปแบบการเรียนการสอน EIMA เป็นกรอบแนวทางในการจัดกิจกรรมการรียนรู้ เพื่อพัฒนาให้นักเรียนได้ฝึกระบุปัญหาทางวิทยาศาสตร์ ค้นคว้า สำรวจตรวจสอบ นำความรู้ที่ได้มาสร้างแบบจำลองเพื่อสร้างคำอธิบาย ทำให้เกิดการสร้างความรู้ด้วยตนเองและเกิดมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ พร้อมทั้งนำความรู้ที่ได้มาประยุกต์ความใช้ นอกจากนี้ช่วยพัฒนาให้นักเรียนมีความรู้ความเข้าใจในเนื้อหาที่เรียน มีทักษะทางวิทยาศาสตร์ และมีความเข้าใจในธรรมชาติของวิทยาศาสตร์มากยิ่งขึ้น

การสืบสอบและการสร้างแบบจำลองเป็นลักษณะพื้นฐานวิทยาศาตร์ (National Research Council, 1996) ซึ่งการสืบสอบมีบทบาทสำคัญในการสร้างความรู้และแบบจำลองเป็นเครื่องมือสำคัญสำหรับการให้เหตุผลทางวิทยาศาสตร์ การเรียนการสอนวิทยาศาสตร์จึงเน้นการสืบสอบและการสร้างแบบจำลองเพื่อช่วยให้ผู้เรียนสามารถพัฒนาความเข้าใจเนื้อหา ทักษะทางวิทยาศาสตร์อย่างลึกซึ้งและ

เข้าใจในธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ (Schwarz and White, 2005) Schwarz และ Gwekwerere (2006) จึงพัฒนารูปแบบการเรียนการสอน EIMA ย่อมาจาก Engage สร้างความสนใจ Investigate สำรวจตรวจสอบ Model สร้างแบบจำลองเพื่อสร้างคำอธิบาย และ Apply ประยุกต์ความรู้ ซึ่งได้พัฒนามาจากวงจรการเรียนรู้ 5E ของ Bybee ดังแสดงในภาพที่ 1



ภาพที่ 1 วงจรการเรียนรู้ 5E

(แหล่งที่มา http://ssme.fedu.metu.edu.tr/ssme/index.)

วงจรการเรียนรู้ 5E ของ Bybee ประกอบด้วย 5 ขั้นตอนดังนี้

1. ขั้นสร้างความสนใจ (engagement) เป็นขั้นนำเข้าสู่บทเรียนเพื่อสร้างความสนใจ ความสงสัย เป็นการกระตุ้นให้เกิดความสนใจใคร่รู้ นำไปสู่ประเด็นที่จะศึกษาค้นคว้าให้ชัดเจนยิ่งขึ้น

2. ขั้นสำรวจและค้นหา (exploration) เป็นขั้นสืบค้นความรู้ การทำความเข้าใจในประเด็นที่ศึกษา โดยการค้นคว้า การทดลอง การปฏิบัติ

3. ขั้นอธิบายและลงข้อสรุป (explanation) เป็นการนำข้อมูลที่ได้มาวิเคราะห์ แปลผล สรุปผล และนำเสนอ

4. ขั้นขยายความรู้ (elaboration) เป็นการนำความรู้ที่สร้างขึ้นไปเชื่อมโยงกับความรู้เดิม หรือแนวคิดที่ได้ค้นคว้าเพิ่มเติม หรือนำข้อสรุปไปอธิบายสถานการณ์เหตุการณ์ต่าง ๆ ทำให้เกิดความรู้ที่กว้างขึ้น

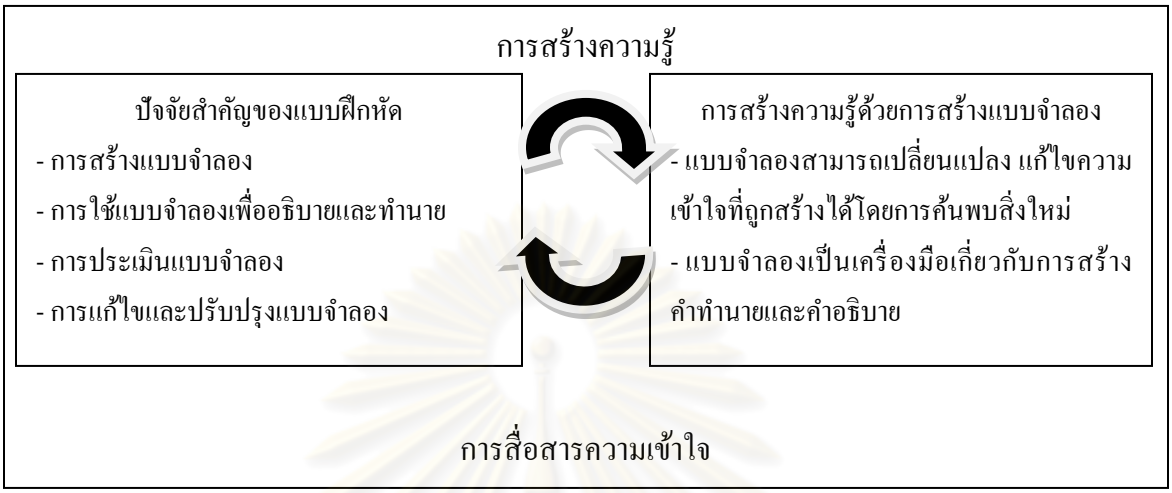
5. ขั้นประเมิน (evaluation) เป็นการประเมินการเรียนรู้ด้วยกระบวนการต่าง ๆ ว่ามีความรู้อะไรบ้าง รู้มากน้อยเพียงใดและนำไปประยุกต์ความรู้สู่เรื่องอื่น ๆ

ตารางที่ 3 เปรียบเทียบวงจรการเรียนรู้แบบ 5E และ รูปแบบการเรียนการสอน EIMA

การเรียนรู้แบบ 5E	**การเรียนรู้แบบ EIMA**
engagement	engage
exploration	Investigate
explanation	Model
elaboration	Apply
evaluation	

การจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์โดยใช้รูปแบบการเรียนการสอน EIMA มีความเหมือนและแตกต่างกับวิธีสอนด้วยรูปแบบวงจรการเรียนรู้ 5E โดยมีลักษณะเด่นที่แตกต่างกันคือ ขั้นอธิบายและลงข้อสรุป รูปแบบการเรียนการสอน EIMA เป็นขั้นสร้างแบบจำลองเพื่อสร้างคำอธิบาย (Model) ซึ่งเป็นขั้นที่นักเรียนสร้างคำอธิบายโดยการสร้างแบบจำลองเพื่ออธิบายกฎ ปรากฏการณ์ และทฤษฎีต่างๆ

การสร้างแบบจำลองเป็นทักษะกระบวนการทางวิมยาศาสตร์ เป็นการนำเสนอแนวคิดทางกายภาพ วัตถุ หรือเหตุการณ์ต่างๆให้มองเห็นเป็นรูปธรรม เพื่อสามารถอธิบายปรากฏการณ์ต่างๆ นอกจากนี้แบบจำลองช่วยให้ผู้เรียนสร้างความเข้าใจหรือสื่อสารความเข้าใจให้กับผู้อื่นได้ Schwarz et al. จึงเสนอการเรียนโดยการสร้างแบบจำลองดังภาพที่ 2



ภาพที่ 2 แสดงวัฏจักรการสร้างความรู้และการสื่อสารความเข้าใจจากกระบวนการสร้างแบบจำลอง (Schwarz et al., 2009)

วัฏจักรการสร้างความรู้และการสื่อสารความเข้าใจจากกระบวนการสร้างแบบจำลองมีปัจจัยสำคัญของแบบฝึกหัด แบ่งออกเป็น 2 ส่วน (Schwarz et al., 2009) ได้แก่

1. ปัจจัยสำคัญของแบบฝึกหัด (วัฏจักรทางซ้ายมือ) ประกอบด้วยขั้นตอนดังนี้
    1.1 ขั้นการสร้างแบบจำลอง
    1.2 ขั้นการใช้แบบจำลองเพื่ออธิบายและทำนาย
    1.3 ขั้นประเมินแบบจำลอง
    1.4 ขั้นแก้ไขและปรับปรุงแบบจำลอง

2. การสร้างความรู้ด้วยการสร้างแบบจำลอง (วัฏจักรทางขวามือ) ประกอบด้วยขั้นตอนดังนี้
    2.1 แบบจำลองสามารถเปลี่ยนแปลง แก้ไขความเข้าใจที่ถูกสร้างได้โดยการค้นพบสิ่งใหม่
    2.2 แบบจำลองเป็นเครื่องมือเกี่ยวกับการสร้างคำทำนายและคำอธิบาย

ในแต่ละองค์ประกอบของกิจกรรมจะมีการกระทำหลายๆอย่าง และได้รับการสะท้อนกลับในแต่ละกิจกรรม การเชื่อมโยงความรู้นักเรียนสามารถกระทำได้โดยการสลับไปสลับมาระหว่างปัจจัยสำคัญของแบบฝึกหัดและการสร้างความรู้ด้วยการสร้างแบบจำลอง

แบบจำลองทางวิทยาศาสตร์

นักการศึกษาได้ให้ความหมายของแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์ไว้ดังนี้

Schuring (1977: 3) ได้ให้ความหมายของแบบจำลองไว้ว่า หมายถึง “แนวคิด (ideas) ภาพ (image) มโนทัศน์ (concepts) ตรรกะ (analogies) และการพรรณนาทางคณิตศาสตร์ (mathematical description)”

National Center for Mathematics and Science (2002: online) ได้กล่าวถึง ความหมายของแบบจำลองทางวิทยาศาสตรไว้ว่า “หมายถึง แนวคิด หรือการสร้างแนวคิดที่อธิบายสาเหตุของปรากฏการณ์ธรรมชาติที่เกี่ยวข้อง”

MUSE (2002: online) ได้กล่าวถึงความหมายของแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์ไว้ว่า“หมายถึงแนวคิดง่าย ๆ ที่ช่วยสร้างคำอธิบาย (create explanations) ในสิ่งที่เราคิดเกี่ยวกับการทำงานของโลก (world works)”

Schwarz et al. (2009) ได้กล่าวถึงความหมายของแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์ไว้ว่า หมายถึง “เครื่องมือสื่อสารเพื่อแสดงความเข้าใจถ่ายทอดความรู้ อธิบายและทำนายปรากฏการณ์”

โดยสรุป แบบจำลองทางวิทยาศาสตร์ หมายถึง การสร้างคำอธิบาย เกี่ยวกับแนวคิด ปรากฏการณ์ ทฤษฎี กฎ แนวคิด และมโนทัศน์ต่างๆ

ประเภทของแบบจำลอง

Keeves (1997 อ้างถึงใน อุทุมพร จามรมาน, 2541: 23-35; ทิศนา แขมมณี, 2551: 220-221) ได้จำแนกแบบจำลอง หรือเรียกว่า โมเดลที่อยู่ในขอบข่ายการวิจัยออกเป็น 5 ประเภท ดังนี้

1. แบบจำลองเชิงเปรียบเทียบ (Analogue Models) ความคิดที่แสดงออกในลักษณะของการเปรียบเทียบสิ่งต่างๆ อย่างน้อย 2 สิ่งขึ้นไป แบบจำลองที่ใช้หลักตรรกเป็นหลัก

2. แบบจำลองเชิงภาษา (Semantic Models) ความคิดที่แสดงออกผ่านทางการใช้ภาษา (พูดและเขียน) ดังนั้น แบบจำลองนี้จึงขึ้นอยู่กับความชัดเจนของภาษาที่บรรยาย และวิธีบรรยาย ตัวอย่างเช่น โมเดลที่เกี่ยวกับการเรียนรู้ในโรงเรียนเกี่ยวข้องกับตัวแปร 5 ตัว โดยที่ 3 ตัวเป็นตัวแปรเกี่ยวกับนักเรียน และอีก 2 ตัวแปรเป็นเงื่อนไขภายนอก ตัวแปรที่เกี่ยวกับนักเรียนแต่ละคนได้แก่

1) ความถนัด (เวลาที่ใช้ในการเรียนภายใต้การเรียนการสอนที่มีประสิทธิภาพสูงสุด)

2) ความสามารถในการเข้าใจสิ่งที่ครูสอน

3) ความมุมานะบากบั่น (เวลาที่เกี่ยวข้องกับกิจกรรมการเรียนการสอนของนักเรียน) ส่วนเงื่อนไขภายนอก ได้แก่ 1) โอกาส (เวลาที่ให้กับการเรียนรู้) และ2) คุณภาพของการเรียนการสอน

3. แบบจำลองเชิงแผนผัง (Schematic Models) แบบจำลองที่ใช้แผนภูมิ หรือแผนที่ ตลอดจนความเชื่อมโยงกันเป็นหลัก

4. แบบจำลองเชิงคณิตศาสตร์ (Mathematical Models) ความคิดที่แสดงออกผ่านทางสูตรคณิตศาสตร์ ซึ่งส่วนมากจะเกิดขึ้นหลังจากได้รูปแบบเชิงภาษาแล้ว แบบจำลองที่เขียนความสัมพันธ์ในรูปสูตร หรือสมการทางคณิตศาสตร์ได้

5. แบบจำลองเชิงสาเหตุ (Causal Models) ความคิดที่แสดงให้เห็นถึงความสัมพันธ์เชิงสาเหตุระหว่างตัวแปรต่างๆ ของสถานการณ์หรือปัญหาใดๆ แบบจำลองลักษณะนี้ใช้กันมากทางด้านศึกษาศาสตร์ แบบจำลองประเภทนี้ได้มีการพัฒนาเทคนิคทางสถิติ ตลอดจนโปรแกรมคอมพิวเตอร์รองรับการตรวจสอบซึ่งเริ่มได้รับความสนใจในช่วงหลัง ค.ศ. 1970 และเพิ่มความสำคัญแก่วงการวิจัยมากขึ้น เช่น Path Analysis, LISREL

Krajcik (1999: 119) แบ่งจำลองออกแบ่งเป็น 3 ประเภท ได้แก่

1. Physical models แบบจำลองที่นำเสนอทางกายภาพจากวัสดุต่างๆ

2. Conceptual models แบบจำลองแนวคิดหรือมโนทัศน์

3. Mathematical models แบบจำลองเชิงนามธรรม ซึ่งใช้ภาษาทางคณิตศาสตร์ (mathematical language)

โดยสรุป แบบจำลองแบ่งออกเป็น 3 ประเภท ตามรูปแบบการนำเสนอ ได้แก่

1. Physical models เป็นแบบจำลองที่แสดงความคิด ความเข้าใจในรูปแบบ 3 มิติที่สร้างจากวัสดุต่างๆ

2. Conceptual models เป็นแบบจำลองที่นำเสนอแนวคิดหรือมโนทัศน์ที่ได้ในรูปแบบต่างๆ เช่น รูปภาพ แผนภาพ แผนผัง กราฟ การพรรณนา เป็นต้น

3. Mathematic models เป็นแบบจำลองที่แสดงความคิดโดยใช้ภาษาทางคณิตศาสตร์ ในรูปของสูตรและสมการ

จากที่กล่าวมา Schwarz and Gwekwerere ได้นำการจัดการเรียนการสอนด้วยวิธีสืบสอบแบบวงจรการเรียนรู้ 5E ของ Bybee มาประยุกต์โดยเน้นการสร้างแบบจำลอง เพราะเชื่อว่า การสร้างแบบจำลองจะมีกระบวนการค้นคว้าหาความรู้ และสร้างองค์ความรู้ด้วยตนเองตามวิธีสืบสอบจึงได้เสนอรูปแบบการเรียนการสอน EIMA ขึ้นมา

3.2 แนวคิด ทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับรูปแบบรูปแบบการเรียนการสอน EIMA

รูปแบบการเรียนการสอน EIMA เป็นการสอนวิทยาศาสตร์แบบสืบสอบที่เกิดการเรียนรู้จากการสร้างแบบจำลองเพื่ออธิบายความรู้ทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งได้พัฒนามาจากการเรียนการสอนด้วยวิธีสืบสอบ มีทฤษฎีสรรคนิยม (Constructivism) และทฤษฎีการเรียนรู้ในกลุ่มคอนสตรัคติวิสต์เชิงสังคม (Social Constructivism) เป็นพื้นฐานในการจัดการเรียนรู้ดังนี้

1) ทฤษฎีสรรคนิยม (Constructivism)

ทฤษฎีสรรคนิยม เน้นการสร้างความรู้ด้วยตนเองของผู้เรียนจากการได้สัมผัสประสบการณ์ตรงจากการปฏิบัติ โดยพัฒนาการทางเชาวน์ปัญญาของผู้เรียนจะเกิดขึ้นเมื่อผู้เรียนเกิดกระบวนการดูดซึม (assimilation) ประสบการณ์ใหม่เข้าไปสัมพันธ์กับความรู้หรือโครงสร้างที่มีอยู่เดิม หากประสบการณ์

ใหม่ไม่สอดคล้องกับประสบการณ์เดิมที่มีอยู่ จนเกิดเป็นภาวะความขัดแย้งทางปัญญา (cognitive conflict) หรือเกิดภาวะไม่สมดุลขึ้น (disequilibrium) ผู้เรียนจะพยายามหาค้นหาคำตอบโดยนำแนวคิด ทฤษฎี จากประสบการณ์เดิมของตนมาสร้างคำทำนายหรือตั้งสมมติฐานเพื่อหาทดลองหรือหาคำตอบด้วยวิธีการต่างๆ ซึ่งเมื่อค้นพบคำตอบแล้วประสบการณ์ใหม่ที่ได้รับ จะทำให้ผู้เรียนเกิดการปรับโครงสร้างทางปัญญา (accommodation) ให้กลับสู่ภาวะสมดุล (equilibrium) แต่หากประสบการณ์ใหม่นั้นตรงกันกับประสบการณ์เดิม ข้อมูลนั้นก็จะถูกดูดซึม(assimilation) เข้าสู่ความเข้าใจใหม่แก่ผู้เรียน (Lleyellyn, 2002: 31 และทิศนา แขมมณี, 2551: 90-94) ดังนั้นประสบการณ์เดิมของนักเรียนจึงเป็นปัจจัยสำคัญต่อการเรียนรู้ เป็นกระบวนการที่นักเรียนจะต้องสืบค้น เสาะหา สำรวจตรวจสอบ และค้นคว้าด้วยวิธีการต่างๆ จนทำให้นักเรียนเกิดความเข้าใจและเกิดการรับรู้ความรู้นั้นอย่างมีความหมาย จึงจะสามารถสร้างเป็นองค์ความรู้ของนักเรียนเอง และเก็บเป็นข้อมูลไว้ในสมองได้นาน สามารถนำมาใช้ได้เมื่อมีสถานการณ์ต่างๆเข้ามา (พิมพันธ์ เดชะคุปต์และ พเยาว์ ยินดีสุข, 2548: 24)

2) ทฤษฎีการเรียนรู้ในกลุ่มคอนสตรัคติวิสต์เชิงสังคม (Social Constructivism)

ทฤษฎีการเรียนรู้ในกลุ่มคอนสตรัคติวิสต์เชิงสังคมของไวก็อทสกี้ (Vygotsky, 1978) เป็นทฤษฎีที่มีรากฐานมาจากทฤษฎีสรรคนิยม (Constructivism) มีแนวความคิดสำคัญว่า ผู้เรียนสร้างความรู้ด้วยการมีปฏิสัมพันธ์กับผู้อื่นทางสังคม ในขณะที่ผู้เรียนมีส่วนร่วมในกิจกรรมหรืองาน และได้เสนอแนวทางในการจัดการเรียนการสอนที่เน้นถึงความสัมพันธ์ 2 ประเภทของผู้เรียน คือ ระดับพัฒนาที่เป็นจริง(Actual Development Level)และพื้นที่รอยต่อของพัฒนาการ (Zone of Proximal Development) โดยผู้เรียนจำเป็นที่จะต้องได้รับการช่วยเหลือในการเรียนรู้ ที่เรียกว่า การเสริมต่อการเรียนรู้ (Scaffolding) (ทิศนา แขมมณี, 2551: 90-94) ซึ่งมีบทบาทเชิงปฏิสัมพันธ์ระหว่างผู้สอนกับผู้เรียน ที่ให้การช่วยเหลือด้วยวิธีการต่างๆ ตามสภาพปัญหาที่เผชิญอยู่ในขณะนั้น เพื่อให้ผู้เรียนสามารถแก้ปัญหานั้นด้วยตนเองได้ (Wood, Bruner and Ross, 1976: 98) โดยเป็นการจัดเตรียมสิ่งที่เอื้ออำนวย การให้การช่วยเหลือ แนะนำ สนับสนุน ขณะที่ผู้เรียนกำลังแก้ปัญหาหรือกำลังอยู่ในระหว่างการเรียนรู้เรื่องใดเรื่องหนึ่ง (ผู้เรียนกำลังอยู่ในพื้นที่รอยต่อพัฒนาการ) ทำให้ผู้เรียนต้องสร้างความรู้ความเข้าใจเพื่อใช้ในการแก้ปัญหาอย่างเป็นขั้นตอน และปรับการสร้างความรู้ความเข้าใจภายในตน (Internalization) ให้กลายเป็นความรู้ความเข้าใจใหม่ภายในตนเอง

นอกจากทฤษฎีที่สนับสนุนสิ่งสำคัญอีกประการคือ แนวคิดของการจัดการเรียนการสอนโดยใช้กระบวนการสืบสอบ (Inquiry Approach) เป็นกระบวนการที่ให้นักเรียนค้นหาความรู้ใหม่ได้ด้วยตนเองโดยใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ได้แก่ วิธีการทางวิทยาศาสตร์ (Scientific Method) ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ (Science Process Skills) และจิตวิทยาศาสตร์ (Scientific Minds) (Carin and Sund, 1980: 74-75) โดยนักการศึกษาหลายท่านได้กล่าวถึงขั้นตอนการจัดการเรียนการสอนแบบสืบสอบดังนี้

Esler and Esler (1985) ได้เสนอการจัดการเรียนการสอนแบบสืบสอบไว้ 3 ขั้นตอน ดังนี้

1. การใช้เหตุผล นักเรียนใช้เหตุผลในการตอบคำถามจนบรรลุเป้าหมาย

2. การค้นคว้า นักเรียนใช้เครื่องมือต่างๆในการค้นคว้าหาคำตอบของปัญหา โดยการค้นคว้าของนักเรียนเอง และ การค้นคว้าตามแนวทางที่ครูกำหนด

3. การทดลอง นักเรียนตั้งสมมติฐานและปฏิบัติการทดลองเพื่อทดสอบสมมติฐาน เพื่อสรุปคำตอบของปัญหา

Romey (1968) ได้เสนอการเรียนการสอนแบบสืบสอบไว้ 4 ขั้นตอนดังนี้

1. การเสนอปัญหาและข้อมูลพื้นฐาน ครูเสนอปัญหาและข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับปัญหาต่างๆ

2. การแปลความหมายข้อมูล ครูนำอภิปรายเพื่อให้นักเรียนจัดกระทำและแปลความหมายข้อมูล

3. การอ้างหลักการ ครูนำอภิปรายเพื่อให้นักเรียนนำหลักฐานหรือหลักการมาอ้างเพื่อสรุปเป็นความรู้

4. ขั้นสรุป ครูนำการอภิปรายเพื่อให้นักเรียนนำหลักฐานหรือหลักการมาอ้างเพื่อสรุปความรู้

Martin el al. (1988: 17) ได้เสนอการเรียนการสอนแบบสืบสอบโดยครูและนักเรียนร่วมมือกันหาวิธีการแก้ปัญหาตามขั้นตอนไว้ 4 ขั้นตอนดังนี้

1. ขั้นสำรวจและรวบรวมข้อเท็จจริง

2. ขั้นตั้งปัญหาและตั้งสมมติฐาน

3. ขั้นทดสอบสมมติฐาน

4. ขั้นสรุปวิธีการแก้ปัญหาหรือย้อนหลังไปดำเนินการใหม่

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

การจัดการเรียนการสอนแบบสืบสอบสามารถสรุปได้ดังนี้ การเรียนการสอนแบบสืบสอบประกอบด้วย 4 ขั้นตอน คือ

1. ขั้นเสนอปัญหาและตั้งสมมติฐาน โดยครูเสนอปัญหาเพื่อให้นักเรียนตั้งสมมติฐาน

2. ขั้นทดลองเพื่อทดสอบสมมติฐาน โดยนักเรียนทำการสำรวจข้อเท็จจริงและปฏิบัติการทดลองเพื่อทดสอบสมมติฐาน

3. ขั้นแปลความหมายข้อมูลโดยนักเรียนจัดกระทำและแปลความหมายข้อมูลเพื่อสรุปคำตอบ

4. ขั้นสรุปความรู้ คือการนำหลักฐานหรือวิธีแก้ปัญหาที่ได้มาสรุปเป็นความรู้

นอกจากนี้ National Science Education Standards (National Research Council, 1996) ได้อธิบายลักษณะที่สำคัญของการสืบสอบไว้ 5 ขั้นดังนี้คือ

1. ผู้เรียนมีส่วนร่วมอย่างมุ่งมั่นในคำถามทางวิทยาศาสตร์ คำถามในการเรียนการสอน คือ คำพูดหรือข้อความที่ใช้ในการสนทนาระหว่างครูและนักเรียนเพื่อค้นพบข้อมูล เป็นเครื่องมือของครูในการกระตุ้นให้นักเรียนใช้ความคิดเพื่อนำไปสู่การค้นพบข้อมูลและตรวจสอบความรู้ของนักเรียน

2. ผู้เรียนให้ความสำคัญกับหลักฐานที่สนับสนุนคำตอบของคำถาม ผู้เรียนต้องใช้ข้อมูลที่เป็นหลักฐานเชิงประจักษ์ ซึ่งได้จากประสบการณ์หรือการทดลอง สามารถวัดได้และตรวจสอบได้ เพื่อหาคำตอบให้แก่ปัญหาที่ระบุ และประเมินค่าคำอธิบายของคำถามทางวิทยาศาสตร์ต่างๆได้

3. ผู้เรียนสร้างคำอธิบายจากหลักฐานที่มี ผู้เรียนสร้างคำอธิบายจากหลักฐานเชิงประจักษ์ บอกความสัมพันธ์เชิงเหตุผล เชิงสาเหตุ ระหว่างประเด็นสำคัญต่างๆ จัดลำดับความสัมพันธ์เชิงเหตุผลทั้งหมด การสร้างคำอธิบายจึงนำไปสู่การสร้างความรู้ใหม่ในอนาคต

4. ผู้เรียนเชื่อมโยงคำอธิบายไปสู่ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ ผู้เรียนประเมินคำอธิบาย (ความรู้) ของตนเอง โดยใช้การสืบสอบตอบคำถามต่างๆ เปลี่ยนบทบาทจากผู้รู้เป็นผู้ไม่รู้ เนื้อหาที่ได้จากคำอธิบายที่มาจากการสืบสอบจะคงอยู่ในโครงสร้างทางปัญญาและเป็นองค์ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งอาจอยู่ในรูปของแนวความคิดหลัก หลักการ กฎ หรือทฤษฎี

5. ผู้เรียนสื่อความหมายและให้เหตุผลคำอธิบาย ผู้เรียนสร้างความเข้าใจในกระบวนการคิดทางวิทยาศาสตร์จากการสื่อสารกับผู้อื่นในลักษณะต่างๆ เช่น บทความในวารสาร หนังสือ การนำเสนอในชั้นเรียน

3.3 ขั้นตอนการจัดการเรียนการสอนโดยใช้รูปแบบการเรียนการสอน EIMA

การจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ที่เน้นการสอนแบบสืบสอบด้วยรูปแบบการเรียนการสอน EIMA ซึ่งพัฒนาโดย Schwarz and Gwekwerere ประกอบด้วย 4 ขั้นตอนดังนี้

1. ขั้นสร้างความสนใจ (Engage) หมายถึง ขั้นนำเข้าสู่บทเรียนเพื่อระบุปัญหาด้วยการทำกิจกรรมดังนี้
   1.1 ครูนำเข้าสู่บทเรียนโดยใช้กิจกรรม คำถาม หรือยกตัวอย่างสถานการณ์ต่างๆ ให้นักเรียนเกิดความสนใจและความมุ่งมั่นในเรื่องที่เรียน เพื่อนำนักเรียนไปสู่การตั้งประเด็นปัญหา
   1.2 นักเรียนร่วมกันตั้งประเด็นปัญหาที่จะศึกษาเพื่อนำไปสู่การตรวจสอบ
2. ขั้นสำรวจตรวจสอบ (Investigate) หมายถึง ขั้นดำเนินการสำรวจตรวจสอบด้วยกิจกรรมดังนี้
   2.1 นักเรียนร่วมกันระบุสมมติฐานจากปัญหาที่ร่วมกันตั้งประเด็น
   2.2 นักเรียนสืบค้น สำรวจตรวจสอบ รวบรวมข้อมูล โดยการสังเกต ทดลอง และศึกษาจากแหล่งเรียนรู้ต่างๆ
3. ขั้นสร้างแบบจำลองเพื่อสร้างคำอธิบาย (Model) หมายถึง ขั้นสร้างแบบจำลองเพื่อสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ด้วยกิจกรรมดังนี้
   3.1 นักเรียนนำข้อมูลที่ได้จากการสำรวจตรวจสอบมาจัดกระทำเพื่อสื่อความหมาย
   3.2 นักเรียนสร้างแบบจำลองเพื่อสร้างคำอธิบาย
   3.3 นักเรียนสร้างคำอธิบายจากแบบจำลอง
4. ขั้นประยุกต์ความรู้ (Apply) หมายถึง ขั้นให้นักเรียนนำความรู้ที่ได้จากการเรียนไปใช้ในสถานการณ์ใหม่ที่ใกล้เคียงกับสถานการณ์เดิม

การจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์โดยใช้รูปแบบการเรียนการสอน EIMA มีความเหมือนและแตกต่างกับวิธีสอนแบบสืบสอบที่ใช้เป็นวิธีในการจัดการเรียนการสอนในปัจจุบันหรือเป็นการเรียนการสอนแบบปกติ โดยมีลักษณะเด่นที่แตกต่างกันคือ รูปแบบการเรียนการสอน EIMA มีขั้น

สร้างแบบจำลองเพื่อสร้างคำอธิบาย (Model) เป็นขั้นที่นักเรียนนำข้อมูลจากการสำรวจตรวจสอบมาจัดกระทำ และสร้างแบบจำลองเพื่อสร้างคำอธิบาย เพื่อสะท้อนความสามารถในการอธิบาย

ตารางที่ 4 ตารางเปรียบเทียบขั้นตอนการจัดการเรียนการสอนด้วยรูปแบบการเรียนการสอน EIMA และการเรียนการสอนแบบด้วยวิธีสืบสอบแบบปกติ

ขั้นตอนตามรูปแบบการเรียนการสอน EIMA	ขั้นตอนของวิธีการเรียนการสอนแบบปกติ
1. ขั้นสร้างความสนใจ (Engage) ขั้นตอนนี้เป็นขั้นนำเข้าสู่บทเรียนเพื่อระบุปัญหาด้วยการทำกิจกรรมดังนี้ 1.1 ครูนำเข้าสู่บทเรียนโดยใช้กิจกรรม คำถาม หรือยกตัวอย่างสถานการณ์ต่างๆ ให้นักเรียนเกิดความสนใจและความมุ่งมั่นในเรื่องที่เรียน เพื่อนำนักเรียนไปสู่การตั้งประเด็นปัญหา 1.2 นักเรียนร่วมกันตั้งประเด็นปัญหาที่จะศึกษาเพื่อนำไปสู่การตรวจสอบ	1. ขั้นนำเข้าสู่บทเรียน ขั้นนี้เป็นการกระตุ้นนักเรียนให้เกิดความสนใจที่จะเรียนรู้ โดยใช้สื่อการเรียนการสอน คำถามเพื่อกระตุ้นให้นักเรียนเกิดข้อสงสัยหรือปัญหาและต้องการที่จะหาคำตอบ
2. ขั้นสำรวจตรวจสอบ (Investigate) ขั้นตอนนี้เป็นขั้นให้นักเรียนดำเนินการสำรวจตรวจสอบด้วยกิจกรรมดังนี้ 2.1 ระบุสมมติฐานจากปัญหาที่ร่วมกันตั้งประเด็น 2.2 สืบค้น สำรวจตรวจสอบ รวบรวมข้อมูลโดยการสังเกต ทดลอง และศึกษาจากแหล่งเรียนรู้ต่างๆ	2. ขั้นกิจกรรม ขั้นนี้เป็นการจัดกิจกรรมให้นักเรียนได้ปฏิบัติการการศึกษาโดยครูคอยชี้ประเด็นเพื่อช่วยให้นักเรียนเกิดความเข้าใจในเนื้อหาที่เรียน ซึ่งประกอบด้วย 3 ขั้นตอนคือ 1. ขั้นนำ ครูเป็นผู้นำการอภิปรายโดยการกำหนดปัญหา 2. ขั้นปฏิบัติการศึกษา 2.1 อภิปรายก่อนการศึกษา ครูและนักเรียนร่วมกันคาดคะเนคำตอบ ครูแนะนำและทบทวนหน้าที่ของวัสดุอุปกรณ์ที่จะใช้ในการศึกษาตลอดจนข้อควรระวังในการศึกษา 2.2 ขั้นปฏิบัติการศึกษา นักเรียนทำการศึกษา รวบรวมความรู้จากแหล่งเรียนรู้ด้วยตนเอง พร้อมทั้งบันทึกผลการศึกษา 2.3 ขั้นอภิปรายหลังการศึกษา นักเรียนนำเสนอข้อมูลและผลการศึกษา

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 4 ตารางเปรียบเทียบขั้นตอนการจัดการเรียนการสอนด้วยรูปแบบการเรียนการสอน EIMA และการเรียนการสอนแบบด้วยวิธีสืบสอบแบบปกติ (ต่อ)

ขั้นตอนตามรูปแบบการเรียนการสอน EIMA	ขั้นตอนของวิธีการเรียนการสอนแบบปกติ
3. ขั้นสร้างแบบจำลองเพื่อสร้างคำอธิบาย (Model) ขั้นตอนนี้เป็นขั้นให้นักเรียนสร้างแบบจำลองเพื่อสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ด้วยกิจกรรมดังนี้ 3.1 นำข้อมูลที่ได้จากการสำรวจตรวจสอบมาจัดกระทำเพื่อสื่อความหมาย 3.2 สร้างแบบจำลองเพื่อสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ 3.3 สร้างคำอธิบายจากแบบจำลอง	3. ขั้นสรุป ขั้นนี้ครูนำการอภิปรายโดยใช้คำถามเพื่อชักนำให้นักเรียนไปสู่ข้อสรุปเพื่อให้ได้ความรู้ที่สำคัญของบทเรียน
4. ขั้นประยุกต์ความรู้ (Apply) ขั้นตอนนี้เป็นขั้นให้นักเรียนนำความรู้ที่ได้จากการเรียนไปใช้ในสถานการณ์ใหม่ที่ใกล้เคียงกับสถานการณ์เดิม	

3.4 บทบาทของครูและบทบาทของนักเรียน

บทบาทครูและบทบาทนักเรียนเป็นสิ่งที่กำหนดหน้าที่ของแต่ละบุคคลในการปฏิบัติกิจกรรมการเรียนการสอนของการเรียนรู้ด้วยรูปแบบการเรียนการสอน EIMA ดังมีรายละเอียดดังนี้

ตารางที่ 5 แสดงบทบาทของครูและนักเรียนที่เรียนด้วยรูปแบบการเรียนการสอน EIMA

ขั้นตอนการเรียนการสอน	บทบาทของครู	บทบาทของนักเรียน
ขั้นสร้างความสนใจ (Engage)	1. ครูสร้างกิจกรรมที่น่าสนใจและกระตุ้นความสนใจของผู้เรียน 2. ครูกระตุ้นความอยากรู้อยากเห็น อยากเรียนรู้ของผู้เรียน	1. นักเรียนตั้งคำถาม เช่น คำถาม“อย่างไร ทำไม เพราะเหตุใด” เช่น ทำไมจึงเป็นเช่นนั้น 2. นักเรียนร่วมกันระบุปัญหา
ขั้นสำรวจตรวจสอบ (Investigate)	1. ครูกระตุ้นให้นักเรียนดำเนินการตรวจสอบ สืบค้น รวบรวมข้อมูลตามสมมติฐานที่ตั้งไว้ 2. ครูตั้งคำถามเจาะลึกประเด็นที่ต้องการศึกษาเพื่อช่วยในการศึกษา สำรวจ หรือการสังเกตของของนักเรียนในกรณีที่จำเป็น	1. นักเรียนสร้างคำทำนาย หรือสมมติฐานใหม่ 2. นักเรียนออกแบบวิธีการสำรวจตรวจสอบ 3. นักเรียนดำเนินการทดสอบสมมติฐาน
ขั้นสร้างแบบจำลองเพื่อสร้างคำอธิบาย (Model)	1. ครูให้นักเรียนดำเนินการสร้างแบบจำลองเพื่อสร้างคำอธิบายด้วยตนเอง 2. ครูตั้งคำถามเจาะลึกประเด็นที่ศึกษาเพื่อช่วยในการสร้างแบบจำลองของนักเรียน	1. นักเรียนนำขอมูลที่ได้จากการสำรวจตรวจสอบมาจัดกระทำข้อมูล 2. นักเรียนนำข้อมูลที่ได้จัดกระทำมาสร้างแบบจำลองเพื่อสร้างคำอธิบาย 3. นักเรียนนำแบบจำลองมาสร้างคำอธิบาย
ขั้นประยุกต์ความรู้ (Apply)	1. ครูกระตุ้นให้นักเรียนประยุกต์ความรู้และทักษะที่ได้เรียนไปใช้ในสถานการณ์ใหม่ที่ใกล้เคียง 2. ครูให้นักเรียนใช้ข้อมูลหรือหลักฐานที่มีอยู่และถามคำถามผู้เรียนว่าเรียนรู้อะไรบ้างหรือได้แนวความคิดอะไร ทำไมจึงคิดเช่นนั้น 3. ครูให้นักเรียนใช้คำจำกัดความ มโนทัศน์ และคำอธิบายที่ได้เรียนรู้ไปใช้ในสถานการณ์ใหม่	1. นักเรียนประยุกต์คำศัพท์ คำนิยาม และคำอธิบายที่ได้เรียนรู้ใหม่ไปใช้ในสถานการณ์ใหม่ 2. นักเรียนใช้ข้อมูลที่มีอยู่เสนอแนวทางแก้ปัญหา การตัดสินใจหรือการออกแบบการทดลอง 3. นักเรียนลงข้อสรุปที่เป็นเหตุเป็นผลจากหลักฐานหรือข้อมูล

รูปแบบการเรียนการสอน EIMA ได้มีนักการศึกษาคือ Schwarz and Gwekwerere (2007: 158) นำรูปแบบการเรียนการสอน EIMA ไปทำการทดลองใช้กับกลุ่มตัวอย่างครูฝึกสอนจำนวน 24 คนในประเทศสหรัฐอเมริกา ที่สอนตั้งแต่ชั้นอนุบาลถึงชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 เรื่อง แสงและเงา ไฟฟ้า เมฆ และดวงจันทร์ พบว่า นักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนการสอนด้วยรูปแบบการเรียนการสอน EIMA มีมโนทัศน์วิทยาศาสตร์และสามารถสร้างคำอธิบายเรื่อง แสงและเงา ไฟฟ้า เมฆ และดวงจันทร์ สูงกว่ากลุ่มที่มีการจัดการเรียนสอนแบบอธิบาย

3.4 ข้อดีและข้อจำกัดของการจัดการเรียนรู้โดยใช้รูปแบบการเรียนการสอน EIMA

การจัดการเรียนรู้โดยใช้รูปแบบการเรียนการสอน EIMA เป็นแนวทางในการจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ ซึ่งการทราบถึงข้อดีจะทำให้สามารถพัฒนาผู้เรียนได้อย่างเหมาะสม และการทราบถึงข้อจำกัดจะสามารถเป็นแนวทางในการนำไปใช้ และเป็นแนวทางในการปรับปรุงการเรียนการสอนให้ดีขึ้นได้

ข้อดีของการจัดการเรียนรู้โดยใช้รูปแบบการเรียนการสอน EIMA

Schwarz และ Gwekwerere (2007: 159) ได้กล่าวถึงข้อดีของรูปแบการเรียนการสอน EIMA ดังนี้

1. การเรียนรู้โดยใช้รูปแบบการเรียนการสอน EIMA เป็นการเรียนรู้ที่เน้นนักเรียนเป็นสำคัญ ทำให้นักเรียนได้สร้างความรู้และแก้ปัญหาด้วยตนเองด้วยวิธีสืบสอบ และนำความรู้ไปประยุกต์ใช้เชื่อมโยงสู่โลกปัจจุบัน ทำให้เกิดแรงจูงใจในการเรียน

2. การสร้างแบบจำลองเพื่อสร้างคำอธิบาย ทำให้นักเรียนได้ฝึกทักษะ กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ และมีความเข้าใจในมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์อย่างลึกซึ้งมากยิ่งขึ้น

3. นักเรียนสามารถจดจำความรู้ได้นาน และสามารถเชื่อมโยงความรู้ได้

4. นักเรียนมีความหลากหลายในการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ โดยไม่จำเป็นต้องอธิบายด้วยการเขียนบรรยายเพียงอย่างเดียว

5. การใช้คำถามและเทคนิคต่างๆช่วยกระตุ้นให้นักเรียนสนใจอยากเรียน และสร้างบรรยากาศที่ดีในชั้นเรียน

6. นักเรียนเกิดเจตคติที่ดีต่อการเรียนวิทยาศาสตร์

ข้อจำกัดของการจัดการเรียนรู้โดยใช้รูปแบบการเรียนการสอน EIMA

Schwarz and Gwekwerere (2007: 159) ได้กล่าวถึงข้อจำกัดของรูปแบบการเรียนการสอน EIMA ดังนี้

1. การจัดการเรียนการสอน ครูจะต้องช่วยเสริมแรงนักเรียนเพื่อการสืบค้น และสร้างแบบจำลองโดยการตั้งคำถาม หากคำถามไม่มีคุณภาพจะทำให้นักเรียนสับสนและดำเนินการสืบค้นผิดพลาด

2. การจัดกิจกรรมการเรียนการสอน หากครูไม่เข้าใจในรูปแบบการเรียนการสอนจะทำให้เกิดการผิดพลาดในการจัดกิจกรรมและทำให้นักเรียนไม่สามารถสร้างคำอธิบายโดยการสร้างแบบจำลองได้

4.งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

4.1 งานวิจัยในประเทศ

เกรียงไกร อภัยวงศ์ (2548) ได้ทำการวิจัยเพื่อศึกษาผลของการเรียนการสอนชีววิทยาโดยใช้วงจรการเรียนรู้แบบการตั้งสมมติฐานนิรนัยที่มีต่อความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์และมโนทัศน์ชีววิทยาของนักเรียนมัธยมศึกษาตอนปลาย กลุ่มตัวอย่างคือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 แบ่งเป็น 2 กลุ่มคือ กลุ่มที่เรียนโดยใช้วงจรการเรียนรู้แบบการตั้งสมมติฐานนิรนัยและกลุ่มควบคุม กลุ่มละ 49 คน เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยคือ แบบวัดความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์และแบบวัดมโนทัศน์ชีววิทยา ผลการทดลองพบว่า กลุ่มทดลองมีคะแนนมโนทัศน์ชีววิทยาเฉลี่ยร้อยละสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ 0.05

เชาวรินทร์ สีใหม่ (2552) ได้ทำการวิจัยเพื่อศึกษาผลของการใช้รูปแบบการเรียนการสอนเชิงผลิตภาพที่มีต่อมโนทัศน์ทางธรณีวิทยาและความสามารถในการสร้างแบบจำลองของนักเรียนมัธยมศึกษาตอนต้นกลุ่มตัวอย่างคือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ปีการศึกษา 2552 โรงเรียนวิไลเกียรติอุปถัมภ์ จังหวัดแพร่ ผลการทดลองพบว่า นักเรียนกลุ่มทดลองมีคะแนนเฉลี่ยมโนทัศน์ทางธรณีวิทยาเฉลี่ยร้อยละ 71.52 ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนดคือสูงกว่าร้อยละ 70 และมีคะแนนเฉลี่ยความสามารถในการสร้างแบบจำลองอยู่ในระดับดี

ปิยะณัฐ นันทการณ์ (2551) ได้ทำการวิจัยเพื่อศึกษาผลของการเรียนรู้ด้วยการออกแบบที่มีต่อมโนทัศน์ทางชีววิทยาและความสามารถในการสร้างแบบจำลองของนักเรียนมัธยมศึกษาตอนปลาย กลุ่มตัวอย่างคือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2551 โรงเรียนบุญวาทย์วิทยาลัย สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาลำปาง เขต 1 ผลการทดลองพบว่า นักเรียนที่เรียนโดยใช้การเรียนรู้ด้วยการออกแบบ มีคะแนนมโนทัศน์ทางชีววิทยาเฉลี่ยร้อยละ 70.62 ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนด คือ สูงกว่าร้อยละ 70 และมีความสามารถในการสร้างแบบจำลองอยู่ในระดับดี

สุพัตรา จันทรโฆษิต (2552) ได้ทำการวิจัยเพื่อศึกษาผลของการใช้รูปแบบการเรียนรู้แบบสืบสอบเป็นฐานร่วมกับเทคนิคการลดบทบาทการเสริมศักยภาพที่มีต่อมโนทัศน์ทางชีววิทยาและความสามารถในการสร้างคำอธิบายของนักเรียนมัธยมศึกษาตอนปลาย กลุ่มตัวอย่าง คือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2552 โรงเรียนกรุงเทพคริสเตียนวิทยาลัย ผลการทดลองพบว่า นักเรียนที่เรียนด้วยรูปแบบการเรียนรู้แบบสืบสอบเป็นฐานร่วมกับเทคนิคการลดบทบาทการเสริมศักยภาพมีคะแนนเฉลี่ยมโนทัศน์ทางชีววิทยา เท่ากับร้อยละ71.53 และมีคะแนนเฉลี่ยความสามารถในการสร้างคำอธิบายสูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนดคือร้อยละ 70

4.2 งานวิจัยต่างประเทศ

Berland and Reiser (2009) ได้ทำการวิจัยเพื่อศึกษาการสร้างความรู้สึกการโต้แย้งและคำอธิบาย พบว่า นักเรียนส่วนใหญ่ใช้หลักฐานในการสร้างความเข้าใจปรากฏการณ์ มีความสัมพันธ์ทางสังคมโดยการโต้ตอบในชั้นเรียน และออกแบบกลยุทธ์ในการปฏิบัติทางวิทยาศาสตร์ที่เกี่ยวข้องกับการอธิบายและการโต้แย้ง

Calik (2006: 257) ได้ทำการวิจัยเพื่อศึกษาความเข้าใจมโนทัศน์จากการจัดการเรียนการสอนตามแนวทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์ เรื่อง การสลายตัวของแก๊สในของเหลว ผลการวิจัยพบว่า นักเรียนกลุ่มที่ได้เรียนโดยใช้การเรียนการสอนตามแนวทฤษฎีคอนสตรักติวิสต์มีความเข้าใจมโนทัศน์ สูงกว่ากลุ่มที่เรียนด้วยวิธีสอนแบบปกติ และมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ 0.05 ในด้านความจำระยะยาว

McNeill and Krajcik (2007) ได้ทำการวิจัยเพื่อศึกษาการอธิบายความรู้วิทยาศาสตร์ : ลักษณะพิเศษและการประเมินผลของปฏิบัติการจัดการเรียนการสอนการเรียนรู้ของนักเรียน กลุ่มตัวอย่าง คือ ครูเคมี 13 คน และนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 จำนวน 1197 คน เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย คือ แบบปฏิบัติการจัดการเรียนการสอน 4 ประเภท คือ 1) การสร้างแบบจำลองอธิบายความรู้วิทยาศาสตร์ 2) การสร้างข้อความ เหตุผล อธิบายความรู้วิทยาศาสตร์ 3) การให้คำจำกัดความการอธิบายความรู้วิทยาศาสตร์ และ 4) การเชื่อมโยงการอธิบายวิทยาศาสตร์สู่การอธิบายในชีวิตประจำวัน ผลการทดลองพบว่า การจัดการเรียนการสอนของครูมีบทบาททำให้นักเรียนมีความสามารถในการสร้างคำอธิบายสูงขึ้น

Schwarz and Gwekwerere (2007) ได้ทำการวิจัยเพื่อศึกษา การใช้การสืบสอบแบบแนะนำและรูปแบบการเรียนการสอน EIMA เพื่อเสริมสร้างการสอนวิทยาศาสตร์ของครูฝึกสอนชั้นอนุบาลถึงระดับมัธยมศึกษาปีที่ 2 กลุ่มตัวอย่าง คือ ครูฝึกสอนจำนวน 24 คน ในประเทศสหรัฐอเมริกา ที่สอนตั้งแต่ชั้นอนุบาลถึงระดับมัธยมศึกษาปีที่ 2 พบว่า ครูฝึกสอนมีความเข้าใจการสอนแบบสืบสอบมากขึ้น และนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนการสอนด้วยรูปแบบการเรียนการสอน EIMA มีมโนทัศน์วิทยาศาสตร์และสามารถในการสร้างคำอธิบาย สูงกว่ากลุ่มที่มีการจัดการเรียนสอนแบบอธิบาย

Schwarz et al (2009) ได้ทำการวิจัยเพื่อศึกษา การพัฒนาความก้าวหน้าการเรียนรู้สำหรับการสร้างแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์: การสร้างแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์ที่นักเรียนสามารถสร้างคำอธิบายได้ด้วยตนเอง กลุ่มตัวอย่าง คือ นักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 และนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 พบว่า นักเรียนสามารถสร้างแบบจำลองเพื่อสร้างคำอธิบายปรากฏการณ์การและสร้างความรู้ใหม่ด้วยตนเองและเกิดมโนทัศน์ได้ โดยมีความสามารถในการสร้างแบบจำลองเพื่อสร้างคำอธิบายในระดับที่สูงขึ้น

บทที่ 3
วิธีดำเนินการวิจัย

การวิจัยเรื่อง ผลของการใช้รูปแบบการเรียนการสอน EIMA ที่มีต่อมโนทัศน์เรื่องบรรยากาศและความสามารถในการสร้างคำอธิบายของนักเรียนมัธยมศึกษาตอนต้นเป็นการวิจัยกึ่งทดลอง (quasi-experimental research) แบ่งกลุ่มตัวอย่างออกเป็น 2 กลุ่ม คือ กลุ่มทดลองที่ได้รับการจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์โดยใช้รูปแบบการเรียนการสอน EIMA และกลุ่มเปรียบเทียบที่ได้รับการสอนวิทยาศาสตร์แบบปกติ การเก็บข้อมูลก่อนและหลังการทดลอง (pretest-posttest) ดังภาพที่ 3

กลุ่มทดลอง	O_1----------X----------O_2
กลุ่มเปรียบเทียบ	O_1----------~X----------O_2

O_1 หมายถึง การเก็บรวบรวมข้อมูลก่อนการทดลอง

X หมายถึง การจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ โดยใช้รูปแบบการเรียนการสอน EIMA

~X หมายถึง การจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์แบบปกติ

O_2 หมายถึง การเก็บรวบรวมข้อมูลหลังการทดลอง

ภาพที่ 3 รูปแบบการวิจัยแบบ Two - group pretest-posttest design (Campbell and Stanley, 1963)

การวิจัยได้ดำเนินการตามขั้นตอนดังต่อไปนี้

1. การกำหนดประชากรและกลุ่มตัวอย่าง
2. การสร้างเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย
3. การดำเนินการทดลองและเก็บรวบรวมข้อมูล
4. การวิเคราะห์ข้อมูล

1. การกำหนดประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

ประชากร

ประชากรที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้คือ นักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนต้นในโรงเรียนมัธยมศึกษาขนาดกลางสังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษาเขต 33 สุรินทร์ สำนักงานการศึกษาขั้นพื้นฐาน กระทรวงศึกษาธิการ

กลุ่มตัวอย่าง

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้คือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2553 โรงเรียนศรีผไทสมันต์ จังหวัดสุรินทร์ สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษา เขต 33 สุรินทร์

โดยดำเนินการเลือกกลุ่มตัวอย่างตามลำดับขั้นตอนต่อไปนี้

1) การเลือกโรงเรียน

ใช้วิธีการเลือกแบบเฉพาะเจาะจง (purposive sampling) โดยเลือกโรงเรียนศรีผไทสมันต์ อำเภอเมือง จังหวัดสุรินทร์ เป็นตัวแทนสถานศึกษาสำหรับการวิจัย เนื่องเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษาเขต 33 มีโรงเรียนในสังกัดจำนวน 85 โรงเรียนโดยแบ่งเป็นโรงเรียนขนาดเล็ก 46 โรงเรียน โรงเรียนขนาดกลาง จำนวน 28 โรงเรียน และโรงเรียนขนาดใหญ่และขนาดใหญ่พิเศษ จำนวน 11 โรงเรียน โดยโรงเรียนศรีผไทสมันต์เป็นโรงเรียนสหศึกษามัธยมขนาดกลางที่เปิดสอนตั้งแต่ระดับมัธยมศึกษาตอนต้นถึงระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย มีการบริหารจัดการ มีแหล่งเรียนรู้ มีจำนวนนักเรียนใกล้เคียงกับโรงเรียนขนาดกลางจำนวน 28 โรงเรียน นอกจากนี้โรงเรียนศรีผไทสมันต์มีจำนวนห้องเรียนและจำนวนนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนต้นเพียงพอสำหรับการเป็นกลุ่มตัวอย่าง มีการจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 ผู้อำนวยการโรงเรียนและอาจารย์ภายในโรงเรียนให้ความอนุเคราะห์ และความร่วมมือในการวิจัยเป็นอย่างดี

2) การเลือกกลุ่มตัวอย่าง ใช้เกณฑ์การคัดเลือกดังนี้

เลือกกลุ่มตัวอย่างแบบเจาะจงโดยเลือกนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 เนื่องจากเนื้อหาเรื่องบรรยากาศเป็นนามธรรมและเป็นตัวแทนของเนื้อหาระดับมัธยมศึกษาปีที่ 1 จึงใช้นักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 เป็นกลุ่มทดลองและกลุ่มเปรียบเทียบ และนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 มีจำนวน 4 ห้องเรียนจึงพิจารณาคะแนนสอบคัดเลือกวิชาวิทยาศาสตร์ของนักเรียนแต่ละห้องโดยมีขั้นตอนดังนี้

2.1) นำคะแนนสอบคัดเลือกวิชาวิทยาศาสตร์ของนักเรียนแต่ละห้อง จำนวน 4 ห้องเรียนมาทำการวิเคราะห์หาค่าเฉลี่ย ($\bar{X}$) และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.) เป็นรายห้องเพื่อเป็นข้อมูล

สำหรับกำหนดห้องเรียนที่จะเป็นกลุ่มตัวอย่างจำนวน 2ห้องเรียน โดยที่นักเรียนของทั้ง 2 ห้องเรียน มีความสามารถในการเรียนไม่แตกต่างกันได้ผลดังตารางที่ 6

ตารางที่ 6 ค่าเฉลี่ย ($\bar{X}$) ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.) คะแนนสอบคัดเลือกวิชาวิทยาศาสตร์ของนักเรียนแต่ละห้องปีการศึกษา 2553 ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ปีการศึกษา 2553

ห้องเรียน	($\bar{X}$)	S.D.	F-test
1	22.81	4.51	
2	22.27	3.4	
3	18.25	4.53	4.56*
4	18.21	3.85	

* $p < 0.05$

จากตารางที่ 6 พบว่า คะแนนสอบคัดเลือกวิชาวิทยาศาสตร์ของนักเรียนแต่ละห้องในปีการศึกษา 2553 ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 อย่างน้อย 1 คู่ ที่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05

2.2) ทำการทดสอบคะแนนเฉลี่ยเป็นรายคู่ (post hoc comparisons) เพื่อพิจารณาคะแนนสอบคัดเลือกวิชาวิทยาศาสตร์ของนักเรียนแต่ละห้องในระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ปีการศึกษา 2553 ที่มีคะแนนเฉลี่ยไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 พบว่า นักเรียนห้อง 1 กับ 2 และ ห้อง 3 กับ 4 มีคะแนนเฉลี่ยไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05

2.3) เลือกห้องเรียนที่เป็นกลุ่มตัวอย่างจำนวน 1 คู่ โดยวิธีการสุ่มอย่างง่าย (Simple Random Sampling) ด้วยวิธีการจับฉลาก ได้นักเรียนห้อง ม.1/1 และม.1/2

2.4) ทำการสุ่มอย่างง่ายด้วยวิธีการจับฉลากเพื่อกำหนดกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม โดยกลุ่มทดลอง คือ นักเรียนมัธยมศึกษาปีที่ 1 ห้อง 1 จำนวน 31 คน และกลุ่มเปรียบเทียบคือ นักเรียนมัธยมศึกษาปีที่ 1 ห้อง 2 จำนวน 30 คน

2. การสร้างเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

เครื่องมือในการวิจัยครั้งนี้แบ่งเป็น 2 ประเภท คือ เครื่องมือที่ใช้ในการทดลอง และเครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล

2.1 เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล มี 2 ประเภท ได้แก่

2.1.1 แบบวัดมโนทัศน์เรื่อง บรรยากาศ

2.1.2 แบบประเมินความสามารถในการสร้างคำอธิบาย

2.2 เครื่องมือที่ใช้ในการทดลอง มี 2 ประเภท ได้แก่

2.2.1 แผนการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์โดยใช้รูปแบบการเรียนการสอน EIMA

2.2.2 แผนการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์แบบปกติ

รายละเอียดของการพัฒนาเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย มีดังนี้

2.1. เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล มี 2 ประเภท คือ แบบวัดมโนทัศน์เรื่อง บรรยากาศ และแบบประเมินความสามารถในการสร้างคำอธิบาย รายละเอียดของการพัฒนาเครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล มีดังนี้

2.1.1. แบบวัดมโนทัศน์เรื่อง บรรยากาศ เป็นแบบวัดความรู้ความจำ ความเข้าใจ และการนำไปใช้ โดยสรุปเนื้อหาวิทยาศาสตร์เรื่อง บรรยากาศ จำนวน1ฉบับ ซึ่งใช้เก็บข้อมูลก่อนเรียน (pretest) และหลังเรียน (posttest) โดยดำเนินการสร้างเครื่องมือตามขั้นตอน ดังนี้

1. ศึกษา หนังสือ เอกสาร งานวิจัยทั้งในประเทศและต่างประเทศเกี่ยวกับหลักการและวิธีการสร้างแบบวัดมโนทัศน์เรื่องบรรยากาศ

2. ศึกษาหลักสูตร คู่มือการจัดการเรียนการสอนกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์เพื่อเป็นแนวทางในการวิเคราะห์มโนทัศน์ที่ต้องการวัด และศึกษาเอกสาร ตำราที่เกี่ยวข้องกับ การวัดและประเมินผลการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ ซึ่งพัฒนาแบบวัดมโนทัศน์เรื่องบรยากาศตามวิธีการของ Haslam และTregust (1987: 203-211) ซึ่งเป็นแบบวัดชนิดเลือกตอบพร้อมเหตุผล แบบวัดมโนทัศน์เรื่องบรรยากาศจึงมีลักษณะเป็นแบบปรนัย 4 ตัวเลือก โดยแบ่งออกเป็น 2 ตอน ตอนที่ 1 เป็นคำถามเชิงเนื้อหา และตอนที่ 2 เป็นเหตุผลสนับสนุนในตอนที่ 1

3. สร้างตารางวิเคราะห์มโนทัศน์โดยให้ครอบคลุมเนื้อหาเรื่องบรรยากาศ เพื่อกำหนดโครงสร้างของแบบวัดมโนทัศน์ โดยตารางวิเคราะห์เนื้อหาและจำนวนข้อสอบในแต่ละหัวข้อเรื่องแสดงในตารางที่ 7

ตารางที่ 7 จำนวนข้อสอบของแบบวัดมโนทัศน์เรื่องบรรยากาศ จำแนกมโนทัศน์ของแต่ละหัวข้อเรื่องในหน่วยการเรียนรู้เรื่องบรรยากาศ

หัวข้อเรื่อง	มโนทัศน์		จำนวนข้อสอบ (ข้อ)
	เชิงบรรยาย	เชิงทฤษฎี	
1. องค์ประกอบและการแบ่งชั้นบรรยากาศ	1	3	4
2. อุณหภูมิของอากาศ	-	2	2
3. อุณหภูมิกับความกดอากาศ	1	1	2
4. ความชื้นในบรรยากาศ		2	2
5. การเกิดลม	1	1	2
6. ลักษณะของเมฆบนท้องฟ้า	-	2	2
7. หยาดน้ำฟ้า	-	2	2
8. พายุฟ้าคะนอง	1	2	3
9. พายุหมุนเขตร้อน	-	3	3
10. มรสุม	-	2	2
11. ความแปรปรวนของลมฟ้าอากาศ	1	2	3
12. การพยากรณ์อากาศ	1	2	3
รวม	6	24	30
คิดเป็นร้อยละ	20	80	100

4. สร้างแบบวัดมโนทัศน์เรื่องบรรยากาศให้สอดคล้องกับการวิเคราะห์มโนทัศน์ โดยสร้างแบบวัดแบบปรนัยชนิด 4 ตัวเลือก จำนวน 30 ข้อ โดยกำหนดเกณฑ์การให้คะแนนแต่ละข้อ คือ ถ้าตอบถูกทั้งในส่วนข้อคำถามเชิงเนื้อหา และส่วนเหตุผลสนับสนุน ได้ 1 คะแนน ถ้าตอบถูกในส่วนใดส่วนหนึ่ง หรือไม่ตอบ หรือตอบมากกว่า 1 ข้อ ในแต่ละส่วนได้ 0 คะแนน

5. นำแบบวัดมโนทัศน์เรื่องบรรยากาศที่สร้างขึ้นเสนออาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ตรวจพิจารณาและแนะนำในการแก้ไขปรับปรุง

6. นำแบบวัดมโนทัศน์เรื่องบรรยากาศที่แก้ไขปรับปรุงแล้วตามคำแนะนำของอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ไปให้ผู้ทรงคุณวุฒิ จำนวน 3 ท่าน (รายนามผู้ทรงคุณวุฒิแสดงในภาคผนวก ก) ตรวจสอบความตรงตามเนื้อหา (content validity) โดยพิจารณาจากค่าดัชนีความสอดคล้อง

ระหว่างข้อคำถามกับจุดประสงค์ที่ต้องการวัด (item objective congruence; IOC) โดยเกณฑ์ในการคัดเลือกข้อสอบที่มีคุณภาพควรมีค่าดัชนีความสอดคล้องมากกว่าหรือเท่ากับ 0.5 ขึ้นไป (รายละเอียดปรากฏในภาคผนวก ง ตารางที่ 13) รวมถึงลักษณะการใช้คำถาม ตัวเลือก ตัวลวง และความถูกต้องของภาษา จากนั้นรวบรวมข้อเสนอแนะของผู้ทรงคุณวุฒิมาปรับปรุงแก้ไขแบบวัดที่สร้างขึ้น โดยสรุปข้อเสนอแนะของผู้ทรงคุณวุฒิได้ดังนี้

1) การใช้ภาษา มีสิ่งที่ควรปรับปรุง คือ การใช้คำถามควรปรับภาษาให้ชัดเจน กระชับ และสื่อความหมาย เช่น คำถามข้อที่ 7 “อุณหภูมิอากาศของประเทศไทยเป็นอย่างไรในเดือนธันวาคม” เป็นคำถามที่ไม่ชัดเจน ควรระบุสิ่งที่ต้องการเปรียบเทียบเพื่อให้เกิดความเข้าใจตรงกันจึงควรแก้เป็น“อุณหภูมิอากาศของภาคตะวันออกเฉียงเหนือของประเทศไทยเป็นอย่างไรในเดือนธันวาคม” เป็นต้น

2) การใช้ตัวลวงมีสิ่งที่ควรปรับปรุง คือ ข้อ 4 ตัวเลือกที่ 4 ในส่วนของเหตุผล จาก “สรุปแน่นอนไม่ได้” เป็น “กลางวันอากาศเย็นจัด กลางคืนอากาศร้อนจัด” และการสร้างตัวลวงควรสร้างตัวลวงที่กล่าวในประเด็นเดียวกันทั้ง 4 ตัวเลือก เช่น กล่าวถึง ความสำคัญของบรรยากาศชั้นโทรโปสเฟียร์ ควรจะสร้างตัวลวงเป็นความสำคัญของบรรยากาศชั้นโทรโปสเฟียร์ทั้งหมด เป็นต้น

3) การใช้ภาพประกอบคำถามมีสิ่งที่ควรปรับปรุงคือ ควรเลือกภาพที่มีความชัดเจนถูกต้อง และเหมาะสมยิ่งขึ้น

7. นำแบบวัดมโนทัศน์เรื่องบรรยากาศที่ได้รับการปรับปรุงแก้ไขแล้วไปทดลองใช้ครั้งที่ 1 กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โรงเรียนศรีผไทสมันต์ ซึ่งผ่านการเรียนรู้เนื้อหาเรื่องบรรยากาศแล้ว จำนวน 25 คน

8. นำผลการวัดมาตรวจให้คะแนน แล้วนำคะแนนที่ได้มาวิเคราะห์คุณภาพของแบบวัดรายข้อโดยใช้โปรแกรมแบบสอบ (Test Analysis Program version 4.2.5: TAP version 4.2.5) เพื่อหาความเที่ยงของแบบวัด ค่าระดับความยาก (p) และค่าอำนาจจำแนก (r) ของข้อสอบเป็นรายข้อ

9. พิจารณาผลการวิเคราะห์คุณภาพแบบวัดและคุณภาพของข้อสอบเป็นรายข้อมาใช้ในการเลือกข้อสอบเพื่อสร้างเป็นแบบวัดมโนทัศน์เรื่องบรรยากาศ โดยเลือกข้อสอบที่มีค่าระดับ

ความยากอยู่ในช่วง 0.20-0.80 และค่าอำนาจจำแนกตั้งแต่ 0.20 ขึ้นไป และแก้ไขปรับปรุงแบบวัดมโนทัศน์เรื่องบรรยากาศ ในข้อที่มีค่าระดับความยาก ค่าอำนาจจำแนกที่ไม่เป็นไปตามเกณฑ์ โดยปรับข้อคำถาม ตัวเลือกและตัวลวงให้เหมาะสม

10. นำแบบวัดมโนทัศน์เรื่องบรรยากาศที่เลือกและปรับปรุงแล้วจำนวน 30 ข้อ ไปทดลองใช้ครั้งที่ 2 กับนักเรียนกลุ่มเดิมและนำผลที่ได้มาตรวจให้คะแนนและวิเคราะห์หาคุณภาพของแบบวัด โดยใช้โปรแกรมแบบสอบ (Test Analysis Program version 4.2.5 :TAP version 4.2.5) และหาค่าความเที่ยง โดยใช้สูตร KR 20 ของคูเดอร์-ริชาร์ดสัน ซึ่งผลการวิเคราะห์ข้อสอบเป็นรายข้อโดยใช้โปรแกรมดังกล่าวเพื่อหาค่าระดับความยากและค่าอำนาจการจำแนก พบว่าแบบวัดมโนทัศน์เรื่องบรรยากาศทั้ง 30 ข้อ มีค่าระดับความยากและอำนาจจำแนกอยู่ในเกณฑ์ที่ใช้ได้ คือ ค่าระดับความยากอยู่ในช่วง 0.54-0.83 และค่าอำนาจจำแนกอยู่ในช่วง 0.21-0.86 และค่าความเที่ยงเท่ากับ 0.82 (รายละเอียดปรากฏในภาคผนวก ง ตารางที่ 14) จากนั้นจึงนำแบบวัดมโนทัศน์เรื่องบรรยากาศไปใช้กับกลุ่มตัวอย่าง

2.1.2 แบบประเมินความสามารถในการสร้างคำอธิบาย เป็นแบบประเมินที่ใช้ในการสังเกตความสามารถในการสร้างคำอธิบายระหว่างที่ทำกิจกรรม ประเมินจากภาระงานและตัดสินผลของผู้เรียนแต่ละคนว่ามีความสามารถอยู่ในระดับใด โดยการพัฒนาแบบประเมินความสามารถในการสร้างคำอธิบาย มีขั้นตอนการดำเนินงานดังนี้

1. ศึกษาหลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 ในกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ โดยศึกษาจุดมุ่งหมาย คำอธิบายรายวิชา ตัวชี้วัดและศึกษาเอกสาร ตำรา งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับความสามารถในการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ และวิธีการสร้างแบบจำลองหรือแบบประเมินผลงาน เพื่อกำหนดรายการประเมินความสามารถในการสร้างคำอธิบาย ตารางวิเคราะห์รายการประเมินความสามารถในการสร้างคำอธิบาย

2. สร้างตารางวิเคราะห์รายการประเมินความสามารถในการสร้างคำอธิบาย กำหนดพฤติกรรมที่ต้องการวัด และเกณฑ์การประเมินโดยให้ครอบคลุมกรอบการวัดความสามารถในการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ อิงกรอบของ McNeille et al. (2006)

3. กำหนดเกณฑ์การประเมินในลักษณะรูบริกส์ (Rubrics) โดยแบ่งความสามารถในการสร้างคำอธิบายเป็น 3 ระดับ จากนั้นกำหนดรายละเอียดของพฤติกรรมที่บ่งชี้ถึงระดับ

ความสามารถ 3 ระดับ ของรายการประเมิน 7 รายการ โดยให้คะแนนตามพฤติกรรมที่ต้องการวัดในแต่ละรายการประเมิน รายการละ 3 คะแนน รวม 21 คะแนน แสดงระดับความสามารถ ความหมายและจำนวนคะแนน ดังนี้

ระดับความสามารถ 3	หมายถึง	ดี	ระดับคะแนน	3
ระดับความสามารถ 2	หมายถึง	พอใช้	ระดับคะแนน	2
ระดับความสามารถ 1	หมายถึง	ปรับปรุง	ระดับคะแนน	1

4. กำหนดเกณฑ์ประเมินคะแนนการสร้างคำอธิบายตามเกณฑ์การประเมินผลสัมฤทธิ์ของกรมวิชาการ (กระทรวงศึกษาธิการ, 2535: 24) แสดงช่วงคะแนนคิดเป็นร้อยละ และความหมาย ดังนี้

80 – 100	หมายถึง	มีความสามารถในการสร้างคำอธิบายอยู่ในระดับดีมาก
70 – 79	หมายถึง	มีความสามารถในการสร้างคำอธิบายอยู่ในระดับดี
60 – 69	หมายถึง	มีความสามารถในการสร้างคำอธิบายอยู่ในระดับปานกลาง
50 – 59	หมายถึง	มีความสามารถในการสร้างคำอธิบายทางในระดับต่ำ
0 – 49	หมายถึง	มีความสามารถในการสร้างคำอธิบายทางอยู่ในระดับต่ำกว่าเกณฑ์

5. สร้างแบบประเมินความสามารถในการสร้างคำอธิบาย ซึ่งประกอบด้วยรายการประเมินรวม 7 รายการ โดยใช้เกณฑ์การประเมินในลักษณะรูบริกส์ที่แบ่งความสามารถในการสร้างคำอธิบายเป็น 3 ระดับ

6. นำแบบประเมินความสามารถในการสร้างคำอธิบายที่สร้างขึ้นเสนออาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์เพื่อตรวจตรวจสอบความถูกต้อง เหมาะสม และนำมาแก้ไขปรับปรุงตามข้อเสนอแนะของอาจารย์ที่ปรึกษา

7. นำแบบประเมินความสามารถในการสร้างคำอธิบายที่แก้ไขปรับปรุงแล้วตามคำแนะนำของอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ไปให้ผู้ทรงคุณวุฒิ จำนวน 3 ท่าน (รายนามผู้ทรงคุณวุฒิแสดงในภาคผนวก ก) ตรวจสอบความตรงตามเนื้อหา (content validity) โดยพิจารณาจากค่าดัชนีความสอดคล้องระหว่างรายการประเมินกับพฤติกรรมที่ต้องการวัด พร้อมทั้งขอคำแนะนำจากผู้ทรงคุณวุฒิในการปรับปรุงแก้ไข(item objective congruence; IOC)โดยเกณฑ์ในการคัดเลือกข้อสอบที่มีคุณภาพควรมีค่าดัชนีความสอดคล้องมากกว่าหรือเท่ากับ 0.5 ขึ้นไป (รายละเอียดปรากฏ

ในภาคผนวก ง ตารางที่15) รวมถึงความถูกต้องเหมาะสมของภาษา โดยผู้ทรงคุณวุฒิได้สรุปข้อเสนอแนะดังนี้

การใช้ภาษา สิ่งที่ต้องปรับปรุง คือ พฤติกรรมบ่งชี้ในแต่ละระดับควรปรับการใช้ภาษาให้เข้าใจง่ายไม่ใช้ประโยคซ้อนประโยค ปรับคำที่ใช้ให้สอดคล้องกับในแต่ละระดับคะแนน และระบุคำให้ชัดเจน ได้แก่ การคาดคะเนคำตอบ ปรับแก้ไขความสามารถระดับดี จาก “การคาดคะเนคำตอบสอดคล้องกับปัญหาและมีทฤษฎีหรือแนวคิดมาสนับสนุนอย่างชัดเจน” เป็น “การคาดคะเนคำตอบสอดคล้องกับปัญหาและมีทฤษฎีหรือแนวคิดมาสนับสนุนอย่างน้อย 3 อย่าง” การวางแผนค้นคว้าจากแหล่งข้อมูล ปรับแก้ไขความสามารถระดับดี จาก “มีการวางแผนการค้นคว้าข้อมูลอย่างเป็นระบบ กำหนดตัวแปรครบถ้วน สัมพันธ์กับเรื่องที่ศึกษา” เป็น “มีการวางแผนการค้นคว้าข้อมูล จากแหล่งข้อมูลต่าง มีรายละเอียดของแหล่งที่มาของข้อมูลและ สัมพันธ์กับเรื่องที่ศึกษา” การวิเคราะห์ข้อมูล ปรับแก้ไขความสามารถระดับดี จาก “มีการวิเคราะห์เชื่อมโยงข้อมูลที่ได้จากการค้นคว้าและสรุปเป็นข้อความรู้ได้อย่างถูกต้อง” เป็น “มีการวิเคราะห์เชื่อมโยงข้อมูลที่ได้จากการค้นคว้าและสรุปเป็นข้อความรู้ได้ครบทุกประเด็น” การนำเสนอแบบจำลอง ปรับแก้ไขความสามารถระดับดี จาก “สื่อความหมายได้ตรงและสอดคล้องกับมโนทัศน์” เป็น “สื่อความหมายได้ตรงเนื้อหาและสอดคล้องกับเหตุผลและหลักฐาน”

8. นำแบบประเมินความสามารถในการสร้างคำอธิบาย ที่แก้ไขปรับปรุงแล้วไปให้อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์พิจารณาตรวจสอบความถูกต้องอีกครั้ง และนำไปทดลองใช้กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โรงเรียนศรีผไทสมันต์ที่มีลักษณะใกล้เคียงกับกลุ่มตัวอย่าง จำนวน 28 คน

9. ตรวจสอบความสอดคล้องของการประเมินระหว่างผู้วิจัยและผู้เชี่ยวชาญซึ่งเป็นครูผู้สอนวิทยาศาสตร์จำนวน 1 ท่าน โดยนำผลการประเมินมาตรวจให้คะแนน แล้วนำคะแนนที่ได้มาหาค่าความสอดคล้องในการตรวจให้คะแนนระหว่างผู้วิจัยและผู้เชี่ยวชาญ โดยใช้สูตรการหาค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์แบบเพียร์สัน จากโปรแกรมสำเร็จรูป SPSS 11.5 For Windows พบว่าค่าสัมประสิทธิ์ของการตรวจให้คะแนนมีค่าเท่ากับ 0.76 ที่ระดับนัยสำคัญที่ .01 ซึ่งถือว่ามีความสอดคล้องในการตรวจให้คะแนน จากนั้นนำแบบประเมินความสามารถในการสร้างคำอธิบายไปใช้กับกลุ่มตัวอย่าง (รายละเอียดปรากฏในภาคผนวก ง ตารางที่ 16)

2.2 เครื่องมือที่ใช้ในการทดลอง

เครื่องมือที่ใช้ในการทดลอง คือ แผนการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ซึ่งแบ่งออกเป็น 2 ชุด คือ แผนการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์โดยใช้รูปแบบการเรียนการสอน EIMA และแผนการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์แบบปกติ

รายละเอียดของการพัฒนาเครื่องมือที่ใช้ในการทดลองดำเนินการตามขั้นตอน ดังนี้

1. แผนการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์โดยใช้รูปแบบการเรียนการสอน EIMA ดำเนินการตามขั้นตอนต่อไปนี้

1.ศึกษาหลักสูตร จุดมุ่งหมายของหลักสูตร จุดประสงค์รายวิชา และขอบข่ายของเนื้อหารายวิชาวิทยาศาสตร์ จากหลักสูตรของโรงเรียนและหนังสือคู่มือการจัดสาระการเรียนรู้กลุ่มวิทยาศาสตร์ หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551

2.ศึกษารายละเอียดเนื้อหาวิชาวิทยาศาสตร์เรื่อง บรรยากาศจากคู่มือครูและแบบเรียน สาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ในเรื่องบรรยากาศของเราและลมฟ้าอากาศ ที่จัดทำขึ้นโดยสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 เพื่อกำหนดจำนวนคาบที่ใช้สอน ซึ่งการวิจัยครั้งนี้ใช้เวลาสอนรวม 26 คาบ

3.วิเคราะห์ตัวชี้วัด จุดประสงค์การเรียนรู้ และศึกษาเอกสาร ตำราที่เกี่ยวข้องกับเนื้อหาที่จะจัดการเรียนการสอน เพื่อจัดทำแผนการจัดการเรียนรู้รายคาบ

4.เขียนแผนการจัดการเรียนรู้ให้ครอบคลุมเนื้อหาที่วิเคราะห์โดยใช้รูปแบบการเรียนการสอน EIMA รายคาบตามหัวข้อเรื่องที่กำหนดจำนวน 12 แผน เมื่อนำมาจัดทำเป็นแผนรายชั่วโมงได้จำนวน 12 แผน โดยผู้วิจัยใช้เวลาสอนกลุ่มทดลอง และกลุ่มเปรียบเทียบเท่ากัน คือ สัปดาห์ละ 3 คาบ จำนวน 9 สัปดาห์ รวม 26 คาบ

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 8 หัวข้อและจำนวนคาบเรียนในการจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ เรื่องบรรยากาศของเราและลมฟ้าอากาศ

ลำดับแผนการจัดการเรียนรู้	หัวข้อเรื่อง	จำนวนคาบ
1	องค์ประกอบและการแบ่งชั้นบรรยากาศ	3
2	อุณหภูมิของอากาศ	2
3	อุณหภูมิกับความกดอากาศ	2
4	ความชื้นในบรรยากาศ	2
5	การเกิดลม	2
6	ลักษณะของเมฆบนท้องฟ้า	2
7	หยาดน้ำฟ้า	2
8	พายุฟ้าคะนอง	3
9	พายุหมุนเขตร้อน	2
10	มรสุม	2
11	ความแปรปรวนของลมฟ้าอากาศ	2
12	การพยากรณ์อากาศ	2
	รวม	26

5. เขียนแผนการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์แบบปกติ รายคาบ ตามหัวข้อเรื่องที่กำหนดจำนวน 12 เรื่อง เมื่อนำมาจัดทำเป็นแผนรายคาบได้จำนวน 12 แผน โดยแบ่ง หัวข้อเรื่องย่อย จำนวนคาบ โดยผู้วิจัยใช้เวลาสอนกลุ่มทดลอง และกลุ่มเปรียบเทียบเท่ากัน คือสัปดาห์ละ 3 คาบ จำนวน 9 สัปดาห์ รวม 26 คาบ

6. นำแผนการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์โดยใช้รูปแบบการเรียนการสอน EIMA และแผนการจัดการเรียนรู้วิทยาศาตร์ที่สอนโดยใช้การเรียนรู้แบบปกติเสนออาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ เพื่อตรวจพิจารณาความตรงตามเนื้อหา การจัดกิจกรรม และความเหมาะสมกับเวลา จากนั้นปรับปรุงแก้ไขตามคำแนะนำของอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์

7. นำแผนการจัดการเรียนรู้ที่ปรับปรุงแล้วไปให้ผู้ทรงคุณวุฒิจำนวน 3 ท่าน (รายนามผู้ทรงคุณวุฒิแสดงในภาคผนวก ก) พิจารณาตรวจสอบความตรงตามจุดประสงค์การเรียนรู้ ความตรงตามเนื้อหาหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐานพุทธศักราช 2551 การจัดกิจกรรมตลอดจนความเหมาะสมกับเวลาเพื่อพัฒนามโนทัศน์เรื่อง บรรยากาศและความสามารถในการสร้างคำอธิบาย และปรับปรุงแก้ไขตามคำแนะนำของผู้ทรงคุณวุฒิ

8. รวบรวมข้อเสนอแนะของผู้ทรงคุณวุฒิมาปรับปรุงแก้ไข โดยสรุปข้อเสนอแนะของผู้ทรงคุณวุฒิได้ดังนี้

1) การใช้ภาษา สิ่งที่ควรปรับปรุง คือ การใช้คำถามควรให้ตรงประเด็น มีความชัดเจน และเข้าใจง่าย ควรมีคำตอบหลากหลายเพื่อเป็นคำตอบสำหรับคำถามปลายเปิด

2) การออกแบบการจัดกิจกรรม สิ่งที่ควรปรับปรุง คือ

2.1) ควรออกแบบการทำกิจกรรมให้หลากหลาย

2.2) แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 6-12 ควรให้นักเรียนได้ฝึกออกแบบ วางแผน การสืบค้นข้อมูลเองบ้าง

3) ความเหมาะสมของเวลา สิ่งที่ควรปรับปรุง คือ ทุกแผนการจัดการเรียนรู้ ในขั้นสร้างแบบจำลองและขั้นประยุกต์ความรู้ ควรลดเนื้อหาบางส่วนและกิจกรรมบางอย่างเพื่อให้เหมาะสมกับเวลา

4) การวัดและการประเมินผล ควรมีรายละเอียดของแบบประเมินแบบจำลอง

9. นำแผนการจัดการเรียนรู้ที่ได้ปรับปรุงแก้ไขตามคำแนะนำของผู้ทรงคุณวุฒิแล้วเสนออาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ พิจารณาอีกครั้งจากนั้นนำแผนการจัดการเรียนรู้ไปทดลองใช้ (try out) กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โรงเรียนศรีผไทสมันต์ที่มีลักษณะใกล้เคียงกับกลุ่มตัวอย่างเพื่อหาข้อบกพร่องของแผนการจัดการเรียนรู้ ซึ่งข้อบกพร่องสรุป คือ เวลาที่ใช้ในการจัดการเรียนการสอนใช้เวลาเกินที่กำหนดไว้ในขั้นสำรวจตรวจสอบ ขั้นสร้างแบบจำลองเพื่ออธิบาย และขั้นประยุกต์ความรู้ ทั้งนี้เพราะนักเรียนไม่เคยชินกับศัพท์ทางวิทยาศาสตร์และการอ่านภาษาอังกฤษและต้องอ่านใบงานที่มีภาษาอังกฤษพร้อมทั้งออกแบบจำลองสามมิติจากอุปกรณ์และหัวข้อที่กำหนดให้ จึงทำให้ใช้เวลาเกินกำหนด จากนั้นนำแผนการจัดการเรียนรู้มาแก้ไขปรับปรุงแล้วนำไปใช้ทดลองในการวิจัยครั้งนี้

2. แผนการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์แบบปกติ ดำเนินการพัฒนาเช่นเดียวกับแผนการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์โดยใช้รูปแบบการเรียนการสอน EIMA แต่ไม่มีการจัดการเรียนการสอนโดยใช้รูปแบบการเรียนการสอน EIMA

3. การดำเนินการทดลองและเก็บรวบรวมข้อมูล

การวิจัยครั้งนี้ดำเนินการทดลองกับนักเรียนที่เป็นกลุ่มตัวอย่างทั้งกลุ่มทดลองและกลุ่มเปรียบเทียบ โดยดำเนินการเก็บรวบรวมข้อมูลตามลำดับขั้นตอน ดังนี้

3.1 ขั้นเตรียมนักเรียนก่อนดำเนินการทดลอง ดำเนินการก่อนการทดลองโดยใช้เวลา 1 คาบ เพื่อแนะนำการเรียนการสอนให้นักเรียนเข้าใจในเรื่องต่อไปนี้

3.1.1แนะนำวิธีการเรียน พร้อมทั้งแจ้งจุดประสงค์และเงื่อนไขในการเรียนให้กลุ่มทดลองและกลุ่มเปรียบเทียบทราบ

3.1.2 แจ้งภาระงานที่ต้องทำรวมถึงข้อตกลงต่าง ๆ ในการเรียน

3.1.3ทำการทดสอบนักเรียนกลุ่มทดลองและกลุ่มเปรียบเทียบก่อนเรียนในสัปดาห์แรกก่อนดำเนินการทดลอง โดยใช้ แบบวัดมโนทัศน์เรื่องบรรยากาศ เวลา 50 นาที จากนั้นนำผลการทดสอบมาทดสอบค่าความแตกต่างของคะแนนเฉลี่ยโดยใช้ค่าสถิติทดสอบค่าที (t-test) พบว่าคะแนนเฉลี่ยมโนทัศน์เรื่องบรรยากาศ ของทั้งกลุ่มทดลองและกลุ่มเปรียบเทียบไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05

3.2 ขั้นดำเนินการทดลอง ผู้วิจัยได้ดำเนินการดังนี้

3.2.1 ดำเนินการสอนนักเรียนกลุ่มทดลองโดยใช้แผนจัดการเรียนรู้บรรยากาศตามรูปแบบการเรียนการสอน EIMA และกลุ่มเปรียบเทียบโดยใช้แผนการจัดการเรียนรู้แบบปกติ โดยจัดทำแผนการจัดการเรียนรู้รายคาบ ได้จำนวน 12 แผนโดยใช้เวลาสอนกลุ่มทดลอง และกลุ่มเปรียบเทียบเท่ากันคือ 9 สัปดาห์ สัปดาห์ละ 3 คาบ คาบเรียนละ 50 นาที ตั้งแต่เดือนสิงหาคม ถึงเดือนตุลาคม 2553 รวมทั้งสิ้น 26 คาบเรียน

3.2.2 เมื่อทำการสอนในแต่ละเรื่อง จำนวน 12 เรื่อง ระหว่างการดำเนินกิจกรรมการเรียนการสอนผู้วิจัยทำการประเมินความสามารถในการสร้างคำอธิบาย โดยใช้แบบประเมินความสามารถในการสร้างคำอธิบายของนักเรียนรวม 12 ครั้ง

3.3 ขั้นหลังการทดลอง ผู้วิจัยได้ดำเนินการดังนี้

3.3.1 เมื่อดำเนินการสอนตามแผนการจัดการเรียนรู้ครบทุกแผนแล้ว ผู้วิจัยทดสอบมโนทัศน์เรื่องบรรยากาศหลังเรียนของนักเรียนกลุ่มทดลองและกลุ่มเปรียบเทียบ ด้วยแบบวัดมโนทัศน์เรื่องบรรยากาศฉบับเดิม โดยใช้เวลาในการทดสอบ 50 นาที

3.3.2 นำคะแนนก่อนเรียนและหลังเรียนของกลุ่มทดลองที่ได้จากแบบวัดมโนทัศน์เรื่องบรรยากาศ มาวิเคราะห์

3.3.3 นำคะแนนความสามารถในการสร้างคำอธิบายของนักเรียนกลุ่มทดลองที่ได้จากการประเมินด้วยแบบประเมินความสามารถในการสร้างคำอธิบายมาวิเคราะห์

4. การวิเคราะห์ข้อมูล

ผู้วิจัยนำข้อมูลที่เก็บรวบรวมจากเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยมาวิเคราะห์ทางสถิติ เพื่อประเมินผลของการใช้รูปแบบการเรียนการสอน EIMA ที่มีต่อมโนทัศน์เรื่องบรรยากาศและความสามารถในการสร้างคำอธิบายของนักเรียนมัธยมศึกษาตอนต้น ดำเนินการโดยนำคะแนนมโนทัศน์เรื่องบรรยากาศและความสามารถในการสร้างคำอธิบายของกลุ่มทดลองและกลุ่มเปรียบเทียบมาวิเคราะห์ด้วยข้อมูลด้วยโปรแกรมสำเร็จรูป SPSS 11.5 for Windows โดยมีการดำเนินการดังนี้

1.เปรียบเทียบคะแนนมโนทัศน์เรื่องบรรยากาศก่อนและหลังเรียนของนักเรียนที่เรียนโดยใช้รูปแบบการเรียนการสอน EIMA โดยใช้สถิติ t-test dependent

2.เปรียบเทียบคะแนนมโนทัศน์เรื่องบรรยากาศหลังเรียนระหว่างกลุ่มที่เรียนโดยใช้รูปแบบการเรียนการสอน EIMA และกลุ่มที่เรียนแบบปกติ โดยใช้สถิติ t-test independent

3.ประเมินความสามารถในการสร้างคำอธิบาย โดยการคำนวนหาค่าเฉลี่ย ($\overline{X}$) และค่าเฉลี่ยร้อยละ ($\overline{X}_{ร้อยละ}$) แล้วนำมาจัดระดับความสามารถในการสร้างคำอธิบายตามเกณฑ์ที่กำหนด

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

บทที่ 4
ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

การวิจัยเรื่อง ผลของการใช้รูปแบบการเรียนการสอน EIMA ที่มีต่อมโนทัศน์เรื่องบรรยากาศและความสามารถในการสร้างคำอธิบายของนักเรียนมัธยมศึกษาตอนต้น มีการเก็บรวบรวมข้อมูลและวิเคราะห์ข้อมูล คือ คะแนนมโนทัศน์เรื่องบรรยากาศ และคะแนนความสามารถในการสร้างคำอธิบาย ซึ่งผู้วิจัยได้เสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูลแบ่งออกเป็น 2 ตอนดังนี้

ตอนที่ 1 ผลการวิเคราะห์คะแนนมโนทัศน์เรื่องบรรยากาศ

1.1 การเปรียบเทียบคะแนนมโนทัศน์เรื่องบรรยากาศก่อนเรียนและหลังเรียนของนักเรียนกลุ่มที่เรียนโดยใช้รูปแบบการเรียนการสอน EIMA

1.2 การเปรียบเทียบคะแนนมโนทัศน์เรื่องบรรยากาศหลังเรียนของนักเรียนระหว่างกลุ่มที่เรียนโดยใช้รูปแบบการเรียนการสอน EIMA กับกลุ่มที่เรียนแบบปกติ

ตอนที่ 2 ผลการวิเคราะห์คะแนนความสามารถในการสร้างคำอธิบายของนักเรียนที่เรียนโดยใช้รูปแบบการเรียนการสอน EIMA

ตอนที่ 1 ผลการวิเคราะห์คะแนนมโนทัศน์เรื่องบรรยากาศ

1.1 การเปรียบเทียบคะแนนมโนทัศน์เรื่องบรรยากาศก่อนและหลังเรียนของนักเรียนกลุ่มที่เรียนโดยใช้รูปแบบการเรียนการสอน EIMA

ผลการทดสอบความแตกต่างค่าเฉลี่ยของคะแนนมโนทัศน์เรื่องบรรยากาศก่อนและหลังเรียนของนักเรียนกลุ่มที่เรียนโดยใช้รูปแบบการเรียนการสอน EIMA โดยใช้สถิติ t-test dependent ที่ระดับนัยสำคัญ .05 ปรากฏผลดังตารางที่ 9

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 9 ค่าเฉลี่ย ($\bar{X}$) ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.) และค่าสถิติทดสอบที (t-test) ของคะแนนมโนทัศน์เรื่องบรรยากาศของนักเรียนกลุ่มที่เรียนโดยใช้รูปแบบการเรียนการสอน EIMA ระหว่างก่อนและหลังเรียน

คะแนน	ก่อนเรียน		หลังเรียน		t-test
	$\bar{X}$	S.D.	$\bar{X}$	S.D.	
มโนทัศน์เรื่องบรรยากาศ	5.35	3.18	22.55	3.15	22.42*

*p< .05

จากตารางที่ 9 พบว่า ภายหลังการทดลองนักเรียนกลุ่มที่เรียนโดยใช้รูปแบบการเรียนการสอน EIMA มีคะแนนเฉลี่ยมโนทัศน์เรื่องบรรยากาศสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ .05โดยมีคะแนนเฉลี่ยเท่ากับ 22.55 และ 5.35 ตามลำดับ

1.2 การเปรียบเทียบคะแนนมโนทัศน์เรื่องบรรยากาศหลังเรียนของนักเรียนระหว่างกลุ่มที่เรียนโดยใช้รูปแบบการเรียนการสอน EIMA กับกลุ่มที่เรียนแบบปกติ

ผลการทดสอบความแตกต่างค่าเฉลี่ยของคะแนนมโนทัศน์เรื่องบรรยากาศหลังเรียนของนักเรียนระหว่างกลุ่มที่เรียนด้วยรูปแบบการเรียนการสอน EIMA กับกลุ่มที่เรียนแบบปกติโดยใช้สถิติ t-test independent ที่ระดับนัยสำคัญ .05 ปรากฏผลดังตารางที่ 10

ตารางที่ 10 ค่าเฉลี่ย ($\bar{X}$) ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.) และค่าสถิติทดสอบที (t-test) ของคะแนนมโนทัศน์เรื่องบรรยากาศของนักเรียนระหว่างกลุ่มทดลองและกลุ่มเปรียบเทียบ

คะแนน	กลุ่มทดลอง		กลุ่มเปรียบเทียบ		t-test
	$\bar{X}$	S.D.	$\bar{X}$	S.D.	
มโนทัศน์เรื่องบรรยากาศ	22.55	3.15	19.10	3.00	4.38*

*p< .05

จากตารางที่ 10 พบว่า ภายหลังการทดลองนักเรียนกลุ่มทดลองที่ได้รับการเรียนรู้โดยใช้รูปแบบการเรียนการสอน EIMAมีคะแนนเฉลี่ยมโนทัศน์เรื่องบรรยากาศสูงกว่านักเรียนกลุ่ม

เปรียบเทียบที่เรียนแบบปกติอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ .05 คะแนนเฉลี่ยมโนทัศน์เรื่องบรรยากาศเท่ากับ 22.55 คะแนน และ 19.10 คะแนน ตามลำดับ

ตอนที่ 2 ผลการวิเคราะห์คะแนนความสามารถในการสร้างคำอธิบายในการสร้างคำอธิบายของนักเรียนที่เรียนโดยใช้รูปแบบการเรียนการสอน EIMA

จากการวิเคราะห์คะแนนความสามารถในการสร้างคำอธิบายของนักเรียนที่เรียนโดยใช้รูปแบบการเรียนการสอน EIMA ในเรื่องบรรยากาศจำนวน 12 หัวข้อเรื่อง โดยแบบประเมินความสามารถในการสร้างคำอธิบาย ซึ่งมีคะแนนเต็ม 21 คะแนน ปรากฏผลดังตารางที่ 11

ตารางที่ 11 ค่าเฉลี่ย ($\overline{X}$) ค่าเฉลี่ยร้อยละ ($\overline{X}_{ร้อยละ}$) และระดับความสามารถของคะแนนการสร้างคำอธิบายของนักเรียนที่เรียนโดยใช้รูปแบบการเรียนการสอน EIMA

คะแนน	($\overline{X}$)	($\overline{X}_{ร้อยละ}$)	ระดับความสามารถ
ความสามารถในการสร้างคำอธิบาย	18.48	88.01	ดีมาก

จากตารางที่ 11 พบว่า นักเรียนที่เรียนโดยใช้รูปแบบการเรียนการสอน EIMA มีคะแนนเฉลี่ยความสามารถในการสร้างคำอธิบายเท่ากับ 18.48 โดยคะแนนเฉลี่ยคิดเป็นร้อยละ88.01ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนดคือร้อยละ 70 และจัดอยู่ในเกณฑ์ที่มีความสามารถระดับดีมาก

จากการวิเคราะห์คะแนนเฉลี่ยความสามารถในการสร้างคำอธิบายเรื่องบรรยากาศของนักเรียนที่เรียนโดยใช้รูปแบบการเรียนการสอน EIMA ซึ่งจำแนกได้ 12 หัวข้อเรื่อง แต่ละเรื่องมีคะแนนเต็มเท่ากับ 21 คะแนน ปรากฏผลดังตารางที่ 12

ตารางที่ 12 ค่าเฉลี่ย ($\bar{X}$) และค่าเฉลี่ย ($\bar{X}_{ร้อยละ}$) ของคะแนนความสามารถในการสร้างคำอธิบายเรื่องบรรยากาศ จำนวน 12 หัวข้อเรื่อง และระดับความสามารถในการสร้างคำอธิบายของนักเรียนกลุ่มที่เรียนโดยใช้รูปแบบการเรียน การสอน EIMA

หัวข้อเรื่อง	คะแนนความสามารถในการสร้างคำอธิบาย		ระดับความสามารถ
	($\bar{X}$)	($\bar{X}_{ร้อยละ}$)	
1. องค์ประกอบและการแบ่งชั้นบรรยากาศ	17.00	80.95	ดีมาก
2. อุณหภูมิของอากาศ	18.20	86.67	ดีมาก
3. อุณหภูมิกับความกดอากาศ	19.00	90.47	ดีมาก
4. ความชื้นในบรรยากาศ	19.60	93.33	ดีมาก
5. การเกิดลม	18.60	88.57	ดีมาก
6. ลักษณะของเมฆบนท้องฟ้า	19.20	91.43	ดีมาก
7. หยาดน้ำฟ้า	17.00	80.95	ดีมาก
8. พายุฟ้าคะนอง	19.00	90.47	ดีมาก
9. พายุหมุนเขตร้อน	18.20	86.67	ดีมาก
10. มรสุม	17.60	83.80	ดีมาก
11. ความแปรปรวนของลมฟ้าอากาศ	19.00	90.47	ดีมาก
12. การพยากรณ์อากาศ	19.40	92.39	ดีมาก

จากตารางที่ 12 พบว่า นักเรียนที่เรียนโดยใช้รูปแบบการเรียนการสอน EIMA มีคะแนนเฉลี่ยความสามารถในการสร้างคำอธิบายจำนวน 12 หัวข้อเรื่องคือ องค์ประกอบและการแบ่งชั้นบรรยากาศ อุณหภูมิของอากาศ อุณหภูมิกับความกดอากาศ ความชื้นในบรรยากาศ การเกิดลม ลักษณะของเมฆบนท้องฟ้า หยาดน้ำฟ้า พายุฟ้าคะนอง พายุหมุนเขตร้อน มรสุม ความแปรปรวนของลมฟ้าอากาศ และการพยากรณ์อากาศ จัดอยู่ในความสามารถระดับดีมาก เมื่อพิจารณาคะแนนเฉลี่ยความสามารถในการสร้างคำอธิบายในแต่ละหัวข้อเรื่องพบว่า มีคะแนนมีคะแนนเฉลี่ยเท่ากับ 17.00 18.20 19.00 19.60 18.60 19.20 17.00 19.00 15.40 18.20 17.60 19.00 และ19.40 โดยคิดเป็นร้อยละ 80.95 86.67 90.47 93.33 88.57 91.43 80.95 90.47 86.67 83.30 90.47 และ 92.39 ตามลำดับ ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนดคือร้อยละ 70 และจัดอยู่ในเกณฑ์ที่มีความสามารถระดับดีมาก

บทที่ 5

สรุปผลการวิจัย อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ

การวิจัยเรื่องผลของการใช้รูปแบบการเรียนการสอน EIMA ที่มีต่อมโนทัศน์เรื่องบรรยากาศและความสามารถในการสร้างคำอธิบายของนักเรียนมัธยมศึกษาตอนต้น เป็นการวิจัยกึ่งทดลอง มีวัตถุประสงค์เพื่อ 1) เปรียบเทียบมโนทัศน์เรื่องบรรยากาศของนักเรียนมัธยมศึกษาตอนต้นก่อนเรียนและหลังเรียนวิทยาศาสตร์ด้วยรูปแบบการเรียนการสอน EIMA 2) เปรียบเทียบมโนทัศน์เรื่องบรรยากาศของนักเรียนมัธยมศึกษาตอนต้น ระหว่างกลุ่มที่เรียนวิทยาศาสตร์ด้วยรูปแบบการเรียนการสอน EIMA กับกลุ่มที่เรียนวิทยาศาสตร์แบบปกติ 3) ศึกษาความสามารถในการสร้างคำอธิบายของนักเรียนมัธยมศึกษาตอนต้นหลังเรียนวิทยาศาสตร์ด้วยรูปแบบการเรียนการสอน EIMA ประชากร คือ นักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนต้นในโรงเรียนมัธยมศึกษาขนาดกลาง สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษาเขต 33 สุรินทร์ สำนักงานการศึกษาขั้นพื้นฐาน กระทรวงศึกษาธิการ กลุ่มตัวอย่าง คือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2553 โรงเรียนศรีผไทสมันต์ จำนวน 2 ห้องเรียน ห้องเรียนละ 31 คน และ 30 คน ตามลำดับ โดยกำหนดให้เป็นกลุ่มทดลองและกลุ่มเปรียบเทียบ กลุ่มทดลองเรียนด้วยรูปแบบการเรียนการสอน EIMA และกลุ่มเปรียบเทียบเรียนด้วยวิธีสอนแบบปกติ เก็บรวบรวมข้อมูลโดยวัดมโนทัศน์เรื่องบรรยากาศของกลุ่มทดลองและกลุ่มเปรียบเทียบ และความสามารถในการสร้างคำอธิบายของกลุ่มทดลองเฉพาะหลังการทดลอง จากนั้นนำข้อมูลที่ได้มาวิเคราะห์ด้วยค่าเฉลี่ย($\bar{X}$)ค่าเฉลี่ยร้อยละ($\bar{X}_{ร้อยละ}$) ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.) และสถิติทดสอบค่าที (t -test)

1. สรุปผลการวิจัย

จากการวิเคราะห์ข้อมูลการวิจัยเพื่อศึกษามโนทัศน์เรื่องบรรยากาศและความสามารถในการสร้างคำอธิบายของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น สรุปผลการวิจัยได้ดังนี้

1. นักเรียนที่เรียนโดยใช้รูปแบบการเรียนการสอน EIMA มีคะแนนเฉลี่ยมโนทัศน์เรื่องบรรยากาศหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

2. นักเรียนกลุ่มที่เรียนโดยใช้รูปแบบการเรียนการสอน EIMA มีคะแนนเฉลี่ยมโนทัศน์เรื่องบรรยากาศ สูงกว่านักเรียนที่เรียนโดยใช้รูปแบบการเรียนการสอนแบบปกติ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05

3. นักเรียนที่เรียนโดยใช้รูปแบบการเรียนการสอน EIMA มีคะแนนเฉลี่ยความสามารถในการสร้างคำอธิบายเท่ากับร้อยละ 88.01และมีคะแนนเฉลี่ยความสามารถในการสร้างคำอธิบายใน 12 หัวข้อเรื่อง เท่ากับร้อยละ 80.95 86.67 90.47 93.33 88.57 91.43 80.95 90.47 86.67 83.30 90.47 และ 92.39 ตามลำดับ ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนดคือร้อยละ 70 อยู่ในเกณฑ์ที่มีความสามารถระดับดีมาก

2. อภิปรายผลการวิจัย

การอภิปรายผลการวิจัยแบ่งออกเป็น 2 ประเด็นคือ 1. มโนทัศน์เรื่องบรรยากาศ และ 2. ความสามารถในการสร้างคำอธิบาย ซึ่งอภิปรายตามลำดับดังนี้

1. ผลของการใช้รูปแบบการเรียนการสอน EIMA ที่มีต่อมโนทัศน์เรื่องบรรยากาศ

ผลการวิจัยพบว่า นักเรียนที่เรียนโดยใช้รูปแบบการเรียนการสอน EIMA มีคะแนนเฉลี่ยมโนทัศน์เรื่องบรรยากาศหลังเรียนเท่ากับ 22.55 คะแนน ซึ่งสูงกว่าคะแนนก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ .05 แสดงว่าผลการวิจัยดังกล่าวตรงกับตามสมมติฐานที่ตั้งไว้ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ Schwarz and Gwekwerere ได้นำรูปแบบการเรียนการสอนดังกล่าวไปทดลองใช้กับนักเรียนเกรด 7 ที่เรียนวิทยาศาสตร์พบว่า หลังจากที่นักเรียนได้รับการจัดการเรียนการสอนตามขั้นตอนของรูปแบบการเรียนการสอน นักเรียนมีมโนทัศน์วิทยาศาสตร์สูงขึ้น นอกจากนี้ Calik (2006: 257) ศึกษาความเข้าใจ มโนทัศน์จากการจัดการเรียนการสอนตามแนวทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์ เรื่อง การสลายตัวของแก๊สในของเหลว พบว่า นักเรียนกลุ่มที่ได้เรียนโดยใช้การเรียนการสอนตามแนวทฤษฎีคอนสตรักติวิสต์มีความเข้าใจมโนทัศน์สูงกว่ากลุ่มที่เรียนด้วยวิธีสอนแบบปกติ อย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ 0.05 อาจ

เนื่องมาจากรูปแบบการเรียนการสอน EIMA เป็นรูปแบบการเรียนการสอนที่มีคุณภาพสามารถนำไปใช้พัฒนามโนทัศน์เรื่องบรรยากาศแก่นักเรียนเพราะมีการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนดังนี้

1) นักเรียนได้ฝึกทักษะการตั้งคำถามและการคาดคะเนคำตอบจากการกระตุ้นความสนใจโดยใช้กิจกรรมที่หลากหลาย ทำให้นักเรียนอยากรู้อยากเห็นและมุ่งมั่นในการค้นหาคำตอบที่ถูกต้อง เกิดความสนุกสนานในการปฏิบัติกิจกรรม ส่งผลให้นักเรียนมีความเข้าใจมโนทัศน์ในเรื่องนั้น

2) นักเรียนได้ลงปฏิบัติทดลอง ออกแบบ วางแผน สืบค้นข้อมูล และนำเสนอข้อมูลที่ได้จากการสืบค้นเพื่อตรวจสอบความถูกต้อง ทำให้นักเรียนเกิดความอยากรู้อยากเห็นในการเรียนรู้สิ่งต่างๆ มีความกระตือรือร้นมากขึ้น นอกจากนี้การทำงานเป็นกลุ่มโดยเปิดโอกาสให้นักเรียนมีอิสระในการเลือกกลุ่มเองช่วยให้นักเรียนทำงานได้อย่างเต็มศักยภาพ ทำให้นักเรียนเกิดเรียนรู้ด้วยตนเองและมีส่วนร่วมในการทำงานร่วมกับผู้อื่นส่งผลให้นักเรียนเกิดการสร้างมโนทัศน์ที่ชัดเจนและคงทน

3) นักเรียนสร้างมโนทัศน์ใหม่ โดยการสร้างแบบจำลองเพื่อสร้างคำอธิบายด้วยตนเอง เห็นได้จากนักเรียนต้องศึกษากระบวนการทำงานและวิธีการนำเสนอแบบจำลองเพื่ออธิบายความรู้ให้ชัดเจนและให้ผู้อื่นเข้าใจได้ โดยนักเรียนนำข้อมูลที่ได้จากการสำรวจตรวจสอบมาจัดกระทำข้อมูล และนำข้อมูลเหล่านั้นมาสร้างแบบจำลองเพื่อสร้างคำอธิบาย และทำให้นักเรียนเกิดมโนทัศน์จากการสร้างคำอธิบาย สอดคล้องกับผลงานวิจัยของปิยะณัฐ นันทการณ์ (2551) ได้จัดกิจกรรมการเรียนรู้ด้วยการออกแบบที่มีต่อมโนทัศน์ทางชีววิทยาและความสามารถในการสร้างแบบจำลองของนักเรียนมัธยมศึกษาตอนปลาย ภายหลังการสอนพบว่า นักเรียนที่เรียนโดยใช้การเรียนรู้ด้วยการออกแบบ มีคะแนนมโนทัศน์ทางชีววิทยาเฉลี่ยสูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนด และ Schwarz et al (2009) ที่พบว่า การพัฒนาความก้าวหน้าการเรียนรู้สำหรับการสร้างแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์: การสร้างแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์ที่นักเรียนสามารถสร้างคำอธิบายได้ด้วยตนเอง นักเรียนสามารถสร้างแบบจำลองเพื่อสร้างคำอธิบายปรากฏการณ์การและสร้างความรู้ใหม่ด้วยตนเองและเกิดมโนทัศน์ได้ โดยมีความสามารถในการสร้างแบบจำลองเพื่อสร้างคำอธิบายในระดับที่สูงขึ้น

4) นักเรียนสะท้อนความคิดและเกิดความรู้ใหม่ การจัดกิจกรรมการเรียนการสอนที่ให้นักเรียนมีการทำงานร่วมกันภายในกลุ่มทำให้นักเรียนมีปฏิสัมพันธ์กับผู้อื่นมีส่วนช่วยในการปรับเปลี่ยนแนวคิด เกิดความเข้าใจและความรู้ใหม่ที่ได้จากการเชื่อมโยงความรู้เดิมหรือประสบการณ์เดิมจนเกิดการสร้างความรู้ใหม่ขึ้น (พิมพันธ์ เดชะคุปต์ และพเยาว์ ยินดีสุข, 2548: 24) สามารถนำความรู้ใหม่ที่ได้ประยุกต์กับสถานการณ์ใหม่ที่ใกล้เคียงกับสถานการณ์เดิม ทำให้นักเรียนเกิดมโนทัศน์และความเข้าใจคงทนในเรื่องนั้น

2. ผลของการใช้รูปแบบการเรียนการสอน EIMA ที่มีต่อความสามารถในการสร้างคำอธิบาย

ผลการวิจัยพบว่า นักเรียนที่เรียนโดยใช้รูปแบบการเรียนการสอน EIMA มีคะแนนเฉลี่ยความสามารถในการสร้างคำอธิบายเท่ากับร้อยละ 88.01 และมีคะแนนเฉลี่ยความสามารถในการสร้างคำอธิบายใน 12 หัวข้อเรื่อง เท่ากับร้อยละ 80.95 86.67 90.47 93.33 88.57 91.43 80.95 90.47 86.67 83.30 90.47 และ 92.39 ตามลำดับ ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนดคือร้อยละ 70 อยู่ในเกณฑ์ที่มีความสามารถระดับดีมาก สอดคล้องกับสมมติฐานที่ตั้งไว้ ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ Schwarz and Gwekwerere (2007) ได้นำรูปแบบการเรียนการสอนดังกล่าวไปทดลองใช้กับนักเรียนเกรด 7 ที่เรียนวิทยาศาสตร์ พบว่า หลังจากที่นักเรียนได้รับการจัดการเรียนการสอนตามขั้นตอนของรูปแบบการเรียนการสอน นักเรียนมีความสามารถในการสร้างคำอธิบายสูงขึ้น นอกจากนี้ McNeill and Krajcik (2007) ที่ศึกษาการอธิบายความรู้วิทยาศาสตร์ : ลักษณะพิเศษและการประเมินผลของปฏิบัติการจัดการเรียนการสอนการเรียนรู้ของนักเรียนมัธยมศึกษาปีที่ 1 พบว่า การจัดการเรียนการสอนของครูโดยใช้แบบปฏิบัติการจัดการเรียนการสอน 4 ประเภท คือ 1) การสร้างแบบจำลองอธิบายความรู้วิทยาศาสตร์ 2) การสร้างข้อความ เหตุผล อธิบายความรู้วิทยาศาสตร์ 3) การให้คำจำกัดความการอธิบายความรู้วิทยาศาสตร์ และ 4) การเชื่อมโยงการอธิบายวิทยาศาสตร์สู่การอธิบายในชีวิตประจำวัน มีบทบาททำให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้ในการอธิบายความรู้ทางวิทยาศาสตร์เพิ่มขึ้น แสดงว่าการเรียนการสอนโดยใช้รูปแบบการเรียนการสอน EIMA เป็นรูปแบบการเรียนการสอนที่มีคุณภาพสามารถนำไปใช้ในการพัฒนาสามารถในการสร้างคำอธิบายแก่นักเรียน เนื่องจากมีการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนดังนี้

1) ครูสร้างความสนใจให้แก่นักเรียนด้วยการใช้กิจกรรมที่หลากหลาย เพื่อกระตุ้นความอยากรู้อยากเห็น ทำให้นักเรียนมีความกระตือรือร้นและเกิดจินตนาการ เพื่อให้ง่ายต่อการระบุปัญหาและหาคำตอบ นักเรียนได้ทบทวนประสบการณ์เดิมเพื่อนำไปสู่การคาดคะเนคำตอบของปัญหาโดยใช้ข้อเท็จจริง หรือหลักฐานที่สัมพันธ์กับคำตอบ ทำให้นักเรียนเกิดความอยากรู้อยากเห็นในการเรียนรู้สิ่งต่างๆที่แปลกใหม่และส่งผลให้เกิดการสร้างคำอธิบาย

2) นักเรียนทำการสำรวจตรวจสอบ โดยออกแบบ วางแผน สืบค้นข้อมูลและความรู้ทางวิทยาศาสตร์มาใช้ในการระบุข้อกล่าวอ้าง จากนั้นนำข้อมูลมาจัดจำแนกประเภท วิเคราะห์ลงความเห็นและทำนาย โดยให้มีความสัมพันธ์กับหลักฐานเชิงประจักษ์และการให้เหตุผลที่สอดคล้องกับการทดลองและการสำรวจตรวจสอบ ทำให้นักเรียนสามารถจัดระบบความคิดของตนเองจนสามารถสร้างความรู้และคำอธิบายได้

3) นักเรียนสามารถสร้างคำอธิบายได้โดยสร้างความรู้ใหม่จากการทำกิจกรรมด้วยตนเอง สืบค้นหาแหล่งที่มาของข้อมูล จัดกระทำข้อมูลเพื่อเชื่อมโยงความสัมพันธ์ระหว่างความรู้และหลักฐานข้อเท็จจริงต่างๆ จากนั้นจึงสร้างเป็นคำอธิบายที่ถูกต้อง ตลอดจนการสร้างผลงานที่หลากหลายจากการทำกิจกรรมภายใต้คำแนะนำของครูและผู้เชี่ยวชาญ การได้รับการสะท้อนกลับส่งผลให้เกิดการโต้แย้งความรู้ เพื่อนำไปสู่ข้อสรุปของเหตุการณ์ที่จะอธิบาย ทำให้เกิดการแก้ไขผลงานและการทำซ้ำเพื่อพัฒนาผลงานให้ดียิ่งขึ้นและมีความเข้าใจคงทน สอดคล้องกับงานวิจัยของ Berland and Reiser (2008) ที่พบว่า นักเรียนใช้หลักฐานในการสร้างความเข้าใจปรากฏการณ์ มีความสัมพันธ์ทางสังคมโดยการโต้ตอบในชั้นเรียน และออกแบบกลยุทธ์ในการปฏิบัติทางวิทยาศาสตร์ที่เกี่ยวข้องกับการอธิบายและการโต้แย้ง นักเรียนสามารถสร้างคำอธิบายได้ครบทุกองค์ประกอบ สามารถนำเสนอแบบจำลองและอธิบายแบบจำลองในระดับสูงขึ้น เห็นว่าการสร้างความรู้ใหม่สัมพันธ์กับการสร้างแบบจำลอง จึงมีส่วนช่วยในการพัฒนาความสามารถในการสร้างคำอธิบายของนักเรียนให้สูงขึ้น

4) นักเรียนสามารถประยุกต์ความรู้ได้ด้วยตนเอง โดยเชื่อมโยงความสัมพันธ์ระหว่างหลักฐานเชิงประจักษ์กับการให้เหตุผลที่ผ่านกระบวนการสำรวจตรวจสอบไปสู่ข้อสรุป ซึ่งกระบวนการดังกล่าวจะพัฒนาความสามารถในการสร้างคำอธิบายให้แก่นักเรียน

อย่างไรก็ตาม ในงานวิจัยพบว่า การสร้างคำอธิบายโดยการสร้างแบบจำลองของนักเรียนเพื่อสร้างคำอธิบายยังแสดงกระบวนการทำงานในแต่ละขั้นตอนยังไม่ชัดเจน ทั้งนี้อาจเนื่องจากเนื้อหาที่ใช้ในการสร้างแบบจำลองมีความยากง่ายไม่เท่ากัน และการสร้างแบบจำลองที่สามารถแสดงกระบวนการทำงานได้อย่างชัดเจนต้องอาศัยเวลาและมีความซับซ้อนมาก รวมทั้งประสบการณ์ของผู้สร้างเอง โดยเป็นปัญหาที่พบเช่นเดียวกับในงานวิจัยของ McNeill and Krajcik (2007)

3. ข้อเสนอแนะ

จากการวิจัยพบว่า การเรียนด้วยรูปแบบการเรียนการสอน EIMA สามารถพัฒนามโนทัศน์เรื่องบรรยากาศและความสามารถในการสร้างคำอธิบายของนักเรียนได้ ผู้วิจัยจึงมีข้อเสนอแนะดังนี้

1. ข้อเสนอแนะสำหรับการนำผลการวิจัยไปใช้

1.1 ข้อเสนอแนะสำหรับหน่วยงานที่เกี่ยวข้องกับการศึกษาวิทยาศาสตร์

สถาบันที่เกี่ยวข้องกับการศึกษาวิทยาศาสตร์ควรนำขั้นตอนและวิธีการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนของรูปแบบการเรียนการสอน EIMA บรรจุในเอกสารประกอบหลักสูตรเพื่อเผยแพร่และเสนอทางเลือกในการจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์แก่ครูวิทยาศาสตร์ รวมทั้งพัฒนามโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์และความสามารถในการสร้างคำอธิบายของนักเรียน

1.2 ข้อเสนอแนะสำหรับครูวิทยาศาสตร์

1) ครูวิทยาศาสตร์ควรนำรูปแบบการเรียนการสอน EIMA ไปใช้ในการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ เพื่อให้เกิดความเข้าใจอย่างคงทน และพัฒนามโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์และความสามารถในการสร้างคำอธิบายของนักเรียน

2) การจัดกิจกรรมการเรียนการสอนในขั้นสร้างแบบจำลองเพื่อสร้างคำอธิบาย ครูควรให้นักเรียนได้สร้างแบบจำลองที่หลากหลายประเภท ได้แก่ แบบจำลองทางกายภาพ แบบจำลองที่นำเสนอแนวคิดหรือมโนทัศน์ที่ได้ในรูปแบบต่างๆ เช่น รูปภาพ แผนภาพ แผนผัง กราฟ การพรรณนา และแบบจำลองที่แสดงความคิดโดยใช้ภาษาทางคณิตศาสตร์ ในรูปของสูตรและสมการ

2. ข้อเสนอแนะสำหรับการวิจัยครั้งต่อไป

จากการดำเนินการวิจัยและผลขอการวิจัยที่พบในครั้งนี้ จึงมีข้อเสนอแนะในการวิจัยครั้งต่อไปดังนี้

2.1 ควรทำการศึกษาวิจัยการจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์โดยใช้รูปแบบการเรียนการสอน EIMA กับสาขาฟิสิกส์ เคมี ธรณีวิทยา ดาราศาสตร์ ในระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย พร้อมทั้งศึกษาวิจัยเนื้อหาที่มีความเหมาะสมกับรูปแบบการเรียนการสอน EIMA

2.2 ควรทำการศึกษาตัวแปรอื่นๆนอกเหนือจากมโนทัศน์เรื่องบรรยากาศและความสามารถในการสร้างคำอธิบาย ซึ่งตัวแปรเหล่านี้น่าจะพัฒนาได้จากรูปแบบการเรียนการสอน EMA เช่น ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ทักษะการคิดวิเคราะห์ ทักษะการคิดสังเคราะห์ ทักษะการสืบค้น ทักษะการสืบสอบ และเจตคติต่อวิทยาศาสตร์ เป็นต้น

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

รายการอ้างอิง

ภาษาไทย

เกรียงไกร อภัยวงศ์. 2548. **ผลของการเรียนการสอนชีววิทยาโดยใช้วงจรการเรียนรู้แบบการตั้งสมมติฐานนิรนัยที่มีต่อความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์และมโนทัศน์ชีววิทยาของนักเรียนมัธยมศึกษาตอนปลาย**. วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต, ภาควิชาหลักสูตร การสอนและเทคโนโลยีการศึกษา คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

ชุติมา รอดสุด. 2550. **ผลของการเรียนการสอนตามแนวคอนสตรัคติวิสต์ที่มีต่อมโนทัศน์ชีววิทยาและความสามารถในการให้เหตุผลเชิงอุปนัยของนักเรียนมัธยมศึกษาตอนปลาย**. วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต, ภาควิชาหลักสูตร การสอนและเทคโนโลยีการศึกษาคณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

เชาวรินทร์ สีใหม่. 2552. **ผลของการใช้รูปแบบการเรียนการสอนเชิงผลิตภาพที่มีต่อมโนทัศน์ทางธรณีวิทยาและความสามารถในการสร้างแบบจำลองของนักเรียนมัธยมศึกษาตอนต้น**. วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต, ภาควิชาหลักสูตร การสอนและเทคโนโลยีการศึกษาคณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

ทดสอบทางการศึกษาแห่งชาติ, สถาบัน (องค์การมหาชน). **ค่าสถิติ**. [ออนไลน์]. แหล่งที่มา: http://www.niets.or.th/o-net.html [2554, มกราคม 12]

ทดสอบทางการศึกษา, สถาบัน (องค์การมหาชน). **วิกฤตการศึกษาไทย ชี้ด้วย O-NET, I-NET, V-NET, U-NET, N-NET GAT และ PAT**. [ออนไลน์]. แหล่งที่มา: http://www.thapla.ac.th/webSch/index.php?option=com_attachments&task=download&id=1 [2554, มกราคม 12]

ทดสอบทางการศึกษา, สำนัก. **ผลการประเมิน O-net และ A-net ปี 2552**. [ออนไลน์]. แหล่งที่มา: http://bet.obec.go.th/pm/m3%20science.pdf [2554, มกราคม 12]

ทิศนา แขมมณี. 2551. **ศาสตร์การสอน: องค์ความรู้เพื่อการจัดกระบวนการเรียนรู้ที่มีประสิทธิภาพ.** พิมพ์ครั้งที่ 8. กรุงเทพมหานคร: สำนักพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

ทิศนา แขมมณี, ศิริชัย กาญจนเวสี และคณะ. 2544. **วิทยาการด้านความคิด Knowledge Brain Gym Problem Decision Skill Potential.** พิมพ์ครั้งที่ 1. กรุงเทพมหานคร: เดอะมาสเตอร์กรุ๊ป แมเนจเม้นท์ จำกัด.

ธีระชัย ปูรณโชติ. 2537. หน่วยที่ 1 ประวัติ ปรัชญา และวัฒนธรรมทางวิทยาศาสตร์. **ประมวลสาระชุดวิชาสารัตถะและวิทยวิธีทางวิชาวิทยาศาสตร์หน่วยที่ 1-4**. กรุงเทพมหานคร: มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช.

ปิยะณัฐ นันทการณ์. 2551. **ผลของการเรียนรู้ด้วยการออกแบบที่มีต่อมโนทัศน์ทางชีววิทยาและความสามารถในการสร้างแบบจำลองของนักเรียนมัธยมศึกษาตอนปลาย.** วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต, ภาควิชาหลักสูตร การสอนและเทคโนโลยีการศึกษา คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

ปรีชา วงศ์ชูศิริ. 2525. การจัดลำดับเนื้อหาและประสบการณ์ **เอกสารการสอนชุดวิชาการสอนวิทยาศาสตร์หน่วยที่ 1- 7 มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช.** กรุงเทพฯ: ยูไนเต็ดโปรดักชัน.

พิมพันธ์ เดชะคุปต์ และพเยาว์ ยินดีสุข. 2548. **วิธีวิทยาการสอนวิทยาศาสตร์ทั่วไป.** กรุงเทพฯ : สำนักพิมพ์บริษัทพัฒนาคุณภาพวิชาการ (พว.) จำกัด.

พิมพันธ์ เดชะคุปต์ และพเยาว์ ยินดีสุข. 2551. **ทักษะ 5C เพื่อพัฒนาหน่วยการเรียนรู้และการจัดการเรียนการสอนแบบบูรณาการ**. กรุงเทพมหานคร: โรงพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

ศึกษาธิการ, กระทรวง. 2535. **คู่มือการประเมินผลการเรียนตามหลักสูตรมัธยมศึกษาตอนปลาย พุทธศักราช 2524 (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2533)**. พิมพ์ครั้งที่ 2. กรุงเทพมหานคร: โรงพิมพ์คุรุสภา.

ศึกษาธิการ, กระทรวง. 2551. **หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551.** กรุงเทพมหานคร: ชุมนุมสหกรณ์การเกษตรแห่งประเทศไทย.

ศึกษาธิการ, กระทรวง. 2552. **ตัวชี้วัดและสาระการเรียนรู้แกนกลางกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐานพุทธศักราช 2551**. พิมพ์ครั้งที่ 1. กรุงเทพมหานคร : โรงพิมพ์ชุมชนสหกรณ์การเกษตรแห่งประเทศไทย.

ศึกษาธิการ, กระทรวง. 2552. **สภาวการณ์การศึกษาไทยในเวทีโลก พ.ศ. 2550.** กรุงเทพมหานคร: พริกหวานกราฟฟิค.

ศึกษาธิการ, กระทรวง. 2552. **สรุปผลการดำเนินงาน 9 ปีของการปฏิรูปการศึกษา (พ.ศ.2542-2551)** กรุงเทพมหานคร: วี.ที.ซี. คอมมิวนิเคชั่น.

ส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, สถาบัน. 2548. **คู่มือการจัดการเรียนรู้กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์**. กรมวิชาการ กระทรวงศึกษาธิการ.

ส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, สถาบัน. 2553. **ผลการประเมิน PISA 2009 การอ่าน คณิตศาสตร์ และวิทยาศาสตร์ บทสรุปเพื่อบริหาร**. กรุงเทพมหานคร: อรุณการพิมพ์.

ส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, สถาบัน. **บทสรุปผู้บริหาร.** [ออนไลน์]. แหล่งที่มา: http://www.ipst.ac.th/pisa/index.htm/ [2553, มกราคม 9]

สุพัตรา จันทรโฆษิต. 2552. **ผลของการใช้รูปแบบการเรียนรู้แบบสืบสอบเป็นฐานร่วมกับเทคนิคการลดบทบาทการเสริมศักยภาพที่มีต่อมโนทัศน์ทางชีววิทยา และความสามารถในการสร้างคำอธิบายของนักเรียนมัธยมศึกษาตอนปลาย.**วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต, ภาควิชาหลักสูตร การสอนและเทคโนโลยีการศึกษา คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

อุทุมพร จามรมาน. 2541. โมเดล (Model). **วารสารวิชาการ**. 1, 3 (มีนาคม): 22-25.

ภาษาอังกฤษ

Berland, L.K., and Reiser,B. J. 2009. Making Sense of Argumentation and Explanation. **Science Education**, 93(1): 26-55.

Bruner, J., Goodnow, J. J., and Austin, G. A. 1967. **A study of thinking**. New York: Science Editions.

Calik, M. 2006. A constructivist-based model for the teaching of dissolution of gas liquid. **Asia-Pacific Forum on Science Learning and Teaching** 7(1): 257-266.

Campbell, D. T., and Stanley, J.C. 1963. **Experimental and Quasi-Experimental Designs for Research on Teaching. In N. L. Gage (ed.), Handbook of Research on Teaching**. Chicago: Rand McNally.

Carin. A.A. 1989. **Teaching Science Through Discovery**. New York: Macmillan.

Carin, A. A., and Sund, R. B. 1980. **Teaching Science Through Discovery**. 4th ed. Ohio: Charles E. Merill.

Chin, C., and Brown, E. D. 2000. Learning in science: a comparison of deep and surface approaches. **Journal of Research in Science Teaching**. 37: 109 –138.

Crowl, T. K., Kaminsky, S., and Podell, D. M. 1997. **Educational Psychology: Windows on Teaching**. Time Mirror Higher Education Group.

Cruickshank, D. R., Bainer, D. L., and Metcalf, K. K. 1995. **The act of teaching**. 5th ed. New York: McGraw-Hill.

David, W., Jerome, B., and Gail, R. 1976. "The Role of Tutoring in Problem Solving". **Journal of Child Psychology and Psychiatry.** 17(2): 89-100.

Esler, W. K., and Esler, M. K. 1985. **Teaching Elementary Science**. California: Wadsworth.

Eugenia, E. 2004 **. Developing and Assessing Scientific Abilities** [Online]. Available from : http://paer.rutgers.edu/PT3 [2010,August 19]

Feldmand, R.S. 1990. **Understanding Psychology**. 5th ed. New York: McGraw-Hill.

Gagnon, J.M., and Abell, K.S. 2008. Explaining Science. **Science and Children** 45 (5): 60-61.

Gibson, J.T. 1980. **Psychology for the Classroom**.New Jersey: Prentice-Hall.

Gilbert, J.K., Boulter, C., and Rutherford, M. 1998. Model in explanation. **International Journal of Science Education.** 20(1): 83-97.

Hempel C,Oppenheinm. 1948. Studies in the logic of explanation. **Philos Sci** 15 (Reprinted in Pitt (1988): 9-50): 135-175

Haslam, F.and Tregust , D.F. 1987. Diagnosing secondary student misconceptions of photosynthesis and respiration in plant using a two-tier multiple choice instrument. **Journal of Biological Education**. 21 : 203-211

Jacobsen, D., Eggen, P., Kauchak, D., and Dulaney, C. 1985. **Methods for teaching: a skills approach**. 2nd ed. Columbus, Ohio: Merrill.

Jacobson, W.J., and Bergman, A.B. 1999. **Science for Children a Book for Teacher**. 3nd ed

Englewood Cliffts, New Jersey: Prentice Hall.

Kampourakis, K., and Zogza, A. V. 2008. Students' intuitive explanations of the cause of homologies and adaptations. **Science and Education**. 17(1), 27-47.

Kemerling, G. 2002. **Scientific Explanation.** [Online] .Available from : http://www.philosophypages.com/lg/e15.htm[2011,January 19]

Klausmeier, J. H. 1985. **Educational Psychology**. 5th ed. New York: Harper & Row.

Klopfer, E.T. 1971. **Handbook on Formative and Summative Evaluations**. New York: Addison-Wesley.

Krajcik, J. S., Czerniak, C. M., and Berger, C. 1999. **Teaching childen science: a Project-based approach**. Boston: McGraw-Hill.

Kumar D. 2007. Effect of a problem based simulation on the conceptual understanding of undergraduate science education students. **Journal of Science Education & Technology** 16: 239-246

Lawson, A.E. 2000. What Kinds of Scienctific Concepts Exist? Concept Construction and Intellectual Development in College Biology. **Journal of Research in Science Teaching**. 9: 996-1018.

Leger, C.R. 2007. Making Model. **Science and Children**. 44(6): 50-52.

Lehrer, R.,and Schauble, L. 2000. Modeling in mathemativs and science.**Education design and cognitive science**. 5: 101-159

Lehrer, R., Schauble, L., Strom, D., and Pligge, M. 2001. **Similarity of form and substance: Modeling materialkind. In S. Carver & D. Klahr (Eds.), Cognition and instruction: Twenty-five years of progress.** Mahwah, NJ:Lawrence Erlbaum.

Line, K.K. 2000. **Exploring Science in Early Childhood Education: a development approach.** 3rd ed. University of Louisville. Delmar Thomson Learning. USA.

Llewellyn, D. 2002. Inquire within: implementing inquiry-based science standards. Thousand Oaks, Calif: Corwin fress.

Martin, M. 1972. **Concept of Science Education: A Philosophical Analysis**. London: Scott, foresman.

Martin, R. E., Wood, G. E., and Stevens, E. W. 1988. **An Introduction to Teaching A Question of Commitment**. Massachusetts: Allyn & Bacon.

McDonald, F.J. 1960. **Educational Psychology**. 2th ed. San Francisco: Wadsworth Publishing.

McNeill, K.L., D.J. Lizotte, and J. Krajcik . 2006. Supporting Students' Construction of Scientific Explanations by Fading Scaffolds in Instructional Materials. **The Journal of learning science**. 15 (2): 153-191.

McNeill, K.L., and Krajcik, J. 2007. Science Explanation: Characterizing and Evaluating the Effects of Teachers' Instructional Practices on Student Learning. **Research In Science Teaching**.45: 53-78.

MUSE (Modeling for Understanding in Science Education). 2002. Imtroduction to the nature of explanatory models: Handout 1-What is a Scienctific Model?. National Center for Mathemativs and Science[Online]. University of Wisconsin-Madison Available from: http://ncisla.wceruw.org/muse/naturalselection/materials/section2/lesson2A/handouts/handout1.pdf [2010, November 23]

National Center for Mathematics and Science. 2002. Explanation Models in Science. The Board of Regents of the University of Wisconsin System[online]. Available from: http://ncisla.wceruw.org/muse/MODELS/index.html [2010, November 23]

National Research Council. 1996. **National Science Education Standards**. Washington, D.C.: National Academics Press.

Nitko, J. A. 2004. **Educational Assessmrnt of Students**. 4th ed. New Jersey: Pearson Prentice Hall.

Nitko, J. A. 2007. **Educational Assessment of Students**. Upper Saddle River, N.J.: Pearson Merrill Prentice Hall.

Norris, P. S., el al. 2005. A Theoretical Framework for Narrative Explanation in Science. **Science Education**. 89(4): 535-563.

Odum, A. L. and Kelly, P. V. 2001. Integrating Concept Mapping and The Learning Cycle to Teach Diffusion and Osmosis Concept to High School Biology Students. **Science Education**. 85: 615-635.

Raymond, E. 2000. **Cognitive Characteristics. Learners with Mild Disabilities**. New York: Needham Heights, MA: Allyn & Bacon, A Pearson Education Company.

Romey, W.D. 1968. **Inquiry Techniques for Teaching Science**. New Jersey : Prentice -Hall

Schuring, D.J. 1977. **Scale models in engineering: fundamentals and application**. Oxford: Pergamon Press.

Schwarz, C., and Gwekwerere, N. 2007. Using a Guided Inquiry and Modeling Instructional Framework (EIMA) to Support Preservice K-8 Science Teaching. **Science Education**. 19: 158-187.

Schwarz, C., and White, B. 2009. Meta-modeling knowledge: Developing students'understanding of sciencetific modeling. **Cognition and Instruction**. 23(2): 165-205.

Smith, W.A., et al. 2005. **Instructional design**. 3th ed. Danvers, MA: John Wiley & Sons.

Sund, R. B., and Trowbridge, L. W. 1973. **Teaching Science by Inquiry in secondary school**. 2nd ed. Ohio: A bell & Howell.

Thorndrike, R. L., and Hagen, E. 1996. **Measurement and Evaluation in Psychology and Education**. 3th ed. New York: John Willey.

Vygotsky, L.S. 1978. **Though and Language**. Masachusetts: The MIT press website

Weil, M., and Joyce, B. 1978. **Information Processing Model of Teaching**. New Jersey: Prentice-Hall

Woolfolk, A.E. 1995. **Educational psychology**. 6th ed. Ohio: A Simon & Schuster.

ภาคผนวก

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ภาคผนวก ก

รายนามผู้ทรงคุณวุฒิ

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

รายนามผู้ทรงคุณวุฒิ ตรวจแผนการจัดการเรียนรู้

1. ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สุมาลี กาญจนชาตรี	อาจารย์ประจำกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ โรงเรียนสาธิตแห่งมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์
2. รองศาสตราจารย์พเยาว์ ยินดีสุข	อาจารย์พิเศษสาขาการศึกษาวิทยาศาสตร์ คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
3. อาจารย์พฤภา หอมยก	อาจารย์ประจำกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ โรงเรียนศรีบุณยานนท์

รายนามผู้ทรงคุณวุฒิ ตรวจแบบวัดมโนทัศน์เรื่องบรรยากาศ

1. ดร.สมศรี ตั้งมงคลเลิศ	ผู้ชำนาญสาขาเทคโนโลยีสารสนเทศ สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท.)
2.อาจารย์สุรสิงห์ นิรชร	อาจารย์ประจำกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ โรงเรียนสาธิตจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
3.อาจารย์สมศรี คงสุวรรณ	อาจารย์ประจำกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ โรงเรียนสุวรรณารามวิทยาคม

รายนามผู้ทรงคุณวุฒิ ตรวจแบบประเมินความสามารถในการสร้างคำอธิบาย

1. รองศาสตราจารย์ ดร. โสภาพรรณ แสงศัพท์	อาจารย์ประจำกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ โรงเรียนสาธิตแห่งมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์
2.รองศาสตราจารย์ ดร.ทวีศักดิ์ จินดานุรักษ์	อาจารย์แขนงวิชาหลักสูตรและการสอน สาขาวิชาศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช
3.อาจารย์น้ำผึ้ง ศุภอุทุมพร	อาจารย์ประจำกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ โรงเรียนสาธิตจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ภาคผนวก ข
เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล

1. แบบวัดมโนทัศน์เรื่องบรรยากาศ
2. แบบประเมินความสามารถในการสร้างคำอธิบาย

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตัวอย่าง แบบวัดมโนทัศน์เรื่องบรรยากาศ

<u>คำชี้แจง</u>

1. ข้อสอบนี้มีทั้งหมด 15 หน้า มีจำนวน 30 ข้อ
2. คะแนนเต็ม 30 คะแนน เวลาที่ใช้ในการสอบ 60 นาที
3. ข้อสอบเป็นแบบปรนัย แบ่งออกเป็น 2 ตอน คือ ข้อคำถามเชิงเนื้อหา และเหตุผลในการเลือกตัวเลือกของคำตอบนั้นๆ
4. เลือกคำตอบที่ถูกต้องที่สุดเพียงข้อเดียวแล้วทำเครื่องหมายกากบาท(X) ลงบนข้อที่เลือกและหากต้องการเปลี่ยนคำตอบให้ขีดฆ่าคำตอบเดิม แล้วทำเครื่องหมาย X ลงในช่องคำตอบใหม่ลงในกระดาษคำตอบ ตัวอย่างเช่น

ข้อ	ข้อคำถาม				เหตุผล			
	ก	ข	ค	ง	1	2	3	4
1		X						X
2		~~X~~		X				X
3								

5. ให้นักเรียนส่งแบบวัดและกระดาษคำตอบคืนผู้คุมสอบ เมื่อครบเวลาที่กำหนด

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

แบบวัดมโนทัศน์เรื่องบรรยากาศ

คำสั่ง เลือกคำตอบที่ถูกต้องที่สุดเพียงข้อเดียวแล้วทำเครื่องหมาย X ลงในกระดาษคำตอบ

1. หากไม่มีบรรยากาศชั้นโทรโปสเฟียร์โลกจะเป็นอย่างไร

ก. อากาศไม่มีความแปรปรวน

ข. อากาศมีอุณหภูมิสูงขึ้น

ค. เกิดปรากฏการณ์เรือนกระจก

ง. ไม่สามารถรับสัญญาณดาวเทียมได้

เหตุผลที่เลือกตอบข้อดังกล่าว

1. เป็นบรรยากาศชั้นที่ไม่มีไอน้ำอยู่เลย
2. เป็นบรรยากาศชั้นที่มีไอน้ำในอากาศมาก
3. เป็นบรรยากาศชั้นที่มีประจุไฟฟ้าอยู่มาก
4. เป็นบรรยากาศชั้นที่มีโมเลกุลและอะตอมของแก๊สอยู่น้อย

2. นักเรียนสามารถดูแลและลดการทำลายบรรยากาศชั้นสตราโตสเฟียร์ได้อย่างไร

ก. ลดการใช้ถุงพลาสติก และร่วมกันปลูกต้นไม้

ข. รักษาแหล่งน้ำตามธรรมชาติ

ค. สร้างบ้านด้วยวัสดุต่างๆที่ไม่ใช้ไม้

ง. ใช้พลังงานแสงอาทิตย์แทนพลังงานจากเชื้อเพลิง

เหตุผลที่เลือกตอบข้อดังกล่าว

1. ทำให้ฝนตกตามฤดู และไม่เกิดน้ำท่วม
2. ช่วยให้อุณหภูมิของโลกลดลง
3. ลดการทำลายโอโซนที่มีอยู่ในชั้นบรรยากาศ
4. ลดปริมาณรังสีอัลตราไวโอเลตที่ตกลงยังโลก

3. ถ้าไม่มีบรรยากาศโลกเราจะเป็นอย่างไร

ก. กลางวันอากาศร้อนจัด กลางคืนอากาศเย็นจัด

ข. กลางวันและกลางคืนอากาศจะหนาวเย็น

ค. อากาศจะร้อนตลอดเวลาทั้งกลางวันและกลางคืน

ง. กลางวันอากาศเย็นจัด กลางคืนอากาศร้อนจัด

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

เหตุผลที่เลือกตอบข้อดังกล่าว

1. ไม่มีอากาศช่วยเก็บสะสมพลังงาน
2. ไม่มีอากาศช่วยปกป้องรังสีและอนุภาคต่างๆ
3. ไม่มีอากาศช่วยสะท้อนแสงและดูดกลืนพลังงานไว้บางส่วน
4. ไม่มีอากาศช่วยดูดกลืนพลังงานและลดอัตราการสูญเสียพลังงานของโลก

4. บรรยากาศชั้นใดเหมาะแก่การคมนาคมทางอากาศ เหตุใดจึงเป็นเช่นนั้น

ก. โทรโปสเฟียร์ เพราะมีความหนาของชั้นบรรยากาศ 5 – 40 กิโลเมตร

ข. สตราโตสเฟียร์ เพราะมีความหนาของชั้นบรรยากาศ 10 – 50 กิโลเมตร

ค. มีโซสเฟียร์ เพราะมีความหนาของชั้นบรรยากาศ 15 – 60 กิโลเมตร

ง. เทอร์โมสเฟียร์ เพราะมีความหนาของชั้นบรรยากาศ 20 – 70 กิโลเมตร

เหตุผลที่เลือกตอบข้อดังกล่าว

1. บรรยากาศชั้นนี้มีเมฆและปรากฏการณ์ลม พายุ ฝน
2. บรรยากาศชั้นนี้มีความราบเรียบ มีโมเลกุลและอะตอมของแก๊สอยู่น้อย
3. บรรยากาศชั้นนี้มีโอโซนมาก และปราศจากเมฆ
4. บรรยากาศชั้นนี้มีประจุไฟฟ้าอยู่มาก สามารถสื่อสารได้

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

แบบประเมินการสร้างคำอธิบาย

วิชาวิทยาศาสตร์ เรื่อง บรรยากาศ ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2553
วันที่ประเมิน …….. ครั้งที่……

ส่วนที่ 1 ข้อมูลทั่วไป

1.ชื่อ- นามสกุล ผู้ได้รับการประเมิน …… ……ห้อง……..

2.คำอธิบายเรื่อง ……

ส่วนที่ 2 ประเมินการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์จากการสังเกตระหว่างปฏิบัติกิจกรรม ทำเครื่องหมา ย / ลงในช่องคะแนนตามเกณฑ์ที่กำหนด

รายการประเมิน	ระดับคะแนน			สรุปคะแนน	หมายเหตุ
	3	2	1		
1. การคาดคะเนคำตอบ					
2. การเชื่อมโยงความสัมพันธ์ของข้อมูลกับปัญหา					
3. การวางแผนค้นคว้าจากแหล่งเรียนรู้					
4. การวิเคราะห์ข้อมูล					
5. การให้เหตุผล					
6. การนำเสนอแบบจำลอง					
7. คำอธิบายจากแบบจำลอง					

ความคิดเห็นเพิ่มเติม

……
……
……

คะแนนเต็ม 21 คะแนน รวม……คะแนน คิดเป็นค่าเฉลี่ย……..
ระดับความสามารถ ◯ ดี ◯ พอใช้ ◯ ปรับปรุง

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

เกณฑ์การประเมินการสร้างคำอธิบาย

ตัวบ่งชี้ความสามารถในการสร้างคำอธิบาย	ระดับคะแนน		
	3	2	1
การคาดคะเนคำตอบ	การคาดคะเนคำตอบสอดคล้องกับปัญหาและมีทฤษฎีหรือแนวคิดมาสนับสนุนอย่างน้อย 3 อย่าง	การคาดคะเนคำตอบสอดคล้องกับปัญหาแต่มีทฤษฎีหรือแนวคิดมาสนับสนุนน้อยกว่า 3 อย่าง	การคาดคะเนคำตอบไม่สอดคล้องกับปัญหาและไม่มีทฤษฎีหรือแนวคิดมาสนับสนุน
การเชื่อมโยงความสัมพันธ์ของข้อมูลกับปัญหา	พิจารณาคำถามที่เหมาะสมและเลือกใช้ข้อมูลที่เชื่อมโยงกับสถานการณ์ที่ผ่านการสืบค้นหรือพิสูจน์ด้วยตนเอง	พิจารณาคำถามที่เหมาะสมและเลือกใช้ข้อมูลที่เชื่อมโยงกับสถานการณ์แต่ไม่ใช้ข้อมูลที่สืบค้น	พิจารณาคำถามที่เหมาะสมแต่ข้อมูลที่เลือกใช้ขาดความเชื่อมโยงกับสถานการณ์และไม่ผ่านการสืบค้นหรือพิสูจน์ด้วยตนเอง
การวางแผนค้นคว้าจากแหล่งเรียนรู้	มีการวางแผนการค้นคว้าข้อมูลจากแหล่งข้อมูลต่างๆ มีรายละเอียดของแหล่งที่มาของข้อมูลและสัมพันธ์กับเรื่องที่ศึกษา	มีการวางแผนการค้นคว้าข้อมูลจากแหล่งข้อมูลต่างๆ และสัมพันธ์กับเรื่องที่ศึกษาแต่ไม่มีรายละเอียดของแหล่งที่มาของข้อมูล	ไม่มีการวางแผนการค้นคว้าข้อมูล
การวิเคราะห์ข้อมูล	มีการวิเคราะห์เชื่อมโยงข้อมูลที่ได้จากการค้นคว้า แล้วสรุปข้อความรู้ได้ครบทุกประเด็น	มีการวิเคราะห์เชื่อมโยงข้อมูลที่ได้จากการค้นคว้า แต่สรุปข้อความรู้ได้ไม่ครบทุกประเด็น	มีการวิเคราะห์เชื่อมโยงข้อมูลที่ได้จากการค้นคว้าไม่ถูกต้อง และสรุปข้อความรู้ได้ไม่ครบทุกประเด็น
การให้เหตุผล	อธิบายเชื่อมโยงความสัมพันธ์ของหลักฐานเชิงประจักษ์กับหลักการ กฎ ทฤษฎีได้ถูกต้อง และสื่อความหมาย	อธิบายเชื่อมโยงความสัมพันธ์ของหลักฐานเชิงประจักษ์กับหลักการ กฎ ทฤษฎีได้ถูกต้องแต่ไม่สื่อความหมาย	อธิบายเชื่อมโยงความสัมพันธ์ของหลักฐานเชิงประจักษ์กับหลักการ กฎ ทฤษฎีไม่ถูกต้องและไม่สื่อความหมาย
การนำเสนอแบบจำลอง	สื่อความหมายได้ตรงเนื้อหาและสอดคล้องกับเหตุผลและหลักฐาน	สื่อความหมายได้ตรงเนื้อหาแต่ไม่สอดคล้องกับเหตุผลและหลักฐาน	สื่อความหมายไม่ตรงเนื้อหา
คำอธิบายจากแบบจำลอง	การอธิบายสื่อความหมายได้ชัดเจน และเกิดความเข้าใจในเนื้อหาที่ต้องการนำเสนอได้อย่างถูกต้อง	การอธิบายสื่อความหมายได้ชัดเจน แต่ไม่เกิดความเข้าใจในเนื้อหาที่ต้องการนำเสนอ	การอธิบายสื่อความหมายได้ไม่ชัดเจน และไม่เกิดความเข้าใจในเนื้อหาที่ต้องการนำเสนอ

ภาคผนวก ค
เครื่องมือที่ใช้ในการทดลอง
ตัวอย่างแผนการจัดการเรียนรู้

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตัวอย่าง

แผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้รูปแบบการเรียนการสอน EIMA

หน่วยการเรียนรู้ เรื่อง องค์ประกอบและการแบ่งชั้นบรรยากาศ วิชา วิทยาศาสตร์
ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 เวลา 150 นาที (3 คาบเรียน)

สาระที่ 6 กระบวนการเปลี่ยนแปลงของโลก

มาตรฐาน ว 6.1 เข้าใจกระบวนการต่างๆที่เกิดขึ้นบนผิวโลกและภายนอกโลก ความสัมพันธ์ของกระบวนการต่างๆที่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศ ภูมิประเทศและสัณฐานของเปลือกโลก มีกระบวนการสืบเสาะหาความรู้และจิตวิทยาศาสตร์ สื่อสารสิ่งที่เรียนรู้และนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

ตัวชี้วัด

1. ว 6.1 ม.1/1 สืบค้นและอธิบายองค์ประกอบและการแบ่งชั้นบรรยากาศที่ปกคลุมผิวโลก

สาระที่ 8 ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

มาตรฐาน ว 8.1 ใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์และจิตวิทยาศาสตร์ในการสืบเสาะหาความรู้ การแก้ปัญหา รู้ว่าปรากฏการณ์ธรรมชาติที่เกิดขึ้นส่วนใหญ่มีรูปแบบที่แน่นอน สามารถอธิบายและตรวจสอบได้ภายใต้ข้อมูลและเครื่องมือที่มีอยู่ในช่วงเวลานั้นๆ เข้าใจว่าวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี สังคม และสิ่งแวดล้อมมีความสัมพันธ์กัน

ตัวชี้วัด

1. ว 8.1 ม.1/1 ตั้งคำถามที่กำหนดประเด็นหรือตัวแปรที่สำคัญในการสำรวจตรวจสอบหรือศึกษาค้นคว้าเรื่องที่สนใจอย่างครอบคลุมและเชื่อถือได้
2. ว 8.1 ม.1/2 สร้างสมมติฐานที่สามารถตรวจสอบได้และวางแผนการสำรวจตรวจสอบหลายๆวิธี
3. ว 8.1 ม.1/3 เลือกเทคนิควิธีการสำรวจตรวจสอบทั้งเชิงปริมาณและคุณภาพที่ได้ผลเที่ยงตรงและปลอดภัยโดยใช้วัสดุและเครื่องมือที่เหมาะสม
4. ว 8.1 ม.1/4 รวบรวมข้อมูล จัดกระทำเชิงข้อมูลเชิงปริมาณและคุณภาพ

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

5. ว 8.1 ม.1/5 วิเคราะห์และประเมินความสอดคล้องของประจักษ์พยานกับข้อสรุปทั้งที่สนับสนุนหรือขัดแย้งกับสมมติฐานและความผิดปกติของข้อมูลจากการสำรวจตรวจสอบ
6. ว 8.1 ม.1/6 สร้างแบบจำลองหรือรูปแบบที่อธิบายผลหรือเสนอผลของการสำรวจตรวจสอบ
7. ว 8.1 ม.1/7 สร้างคำถามที่นำไปสู่การสำรวจตรวจสอบในเรื่องที่เกี่ยวข้องและนำความรู้ที่ได้ไปใช้ในสถานการณ์ใหม่หรืออธิบายที่เกี่ยวกับแนวคิด กระบวนการและผลของโครงงานหรือชิ้นงานให้ผู้อื่นเข้าใจ
8. ว 8.1 ม.1/8 บันทึกและอธิบายผลการสังเกต การสำรวจตรวจสอบค้นคว้าเพิ่มเติมจากแหล่งความรู้ต่างๆให้ได้ข้อมูลที่เชื่อถือได้และยอมรับการเปลี่ยนแปลงความรู้ที่ค้นพบเมื่อมีข้อมูลและประจักษ์พยานใหม่เพิ่มขึ้นหรือโต้แย้งจากเดิม
9. ว 8.1 ม.1/9 จัดแสดงผลงาน เขียนรายงานและ/หรืออธิบายเกี่ยวกับแนวคิด กระบวนการ และผลของโครงงานหรือชิ้นงานให้ผู้อื่นเข้าใจ

จุดประสงค์การเรียนรู้

เมื่อเรียนจบหน่วยการเรียนรู้นี้แล้ว นักเรียนสามารถ

1. สืบค้นความสำคัญของบรรยากาศและการแบ่งชั้นบรรยากาศจากใบความรู้ได้
2. อธิบายความหมายของบรรยากาศได้
3. ระบุองค์ประกอบของอากาศได้
4. แบ่งชั้นบรรยากาศโดยใช้อุณหภูมิเป็นเกณฑ์ได้
5. อธิบายความสำคัญของชั้นบรรยากาศได้
6. สร้างแบบจำลองสามมิติเรื่องการแบ่งชั้นบรรยากาศได้
7. ตระหนักถึงความสำคัญของบรรยากาศที่เกี่ยวข้องกับชีวิตและสิ่งแวดล้อมได้

สาระ

บรรยากาศ คือ อากาศที่ปกคลุมโลกจากพื้นดินจนถึงระดับสูงในท้องฟ้าก่อนชั้นอวกาศ

องค์ประกอบของบรรยากาศ ประกอบด้วย แก๊สไนโตรเจน ออกซิเจน คาร์บอนไดออกไซด์ ไอน้ำ ฝุ่นละออง และแก๊สอื่นๆเล็กน้อย

การแบ่งชั้นบรรยากาศ แบ่งได้ 4 ระดับโดยใช้อุณหภูมิเป็นเกณฑ์ดังนี้

1. โทรโปสเฟียร์ คือ ชั้นบรรยากาศที่อยู่ถัดจากผิวโลกขึ้นไป มีระยะความสูงจากพื้นดิน 8 – 18กิโลเมตร อุณหภูมิลดลงตามระดับความสูง มีสิ่งมีชีวิตอาศัยอยู่ สภาวะลมฟ้าอากาศต่างๆเกิดขึ้นในบรรยากาศชั้นนี้ เพราะมีไอน้ำในอากาศมากพอที่ทำให้เกิดเป็นเมฆและฝน
2. สตราโตสเฟียร์ คือ ชั้นบรรยากาศที่อยู่ถัดจากชั้นโทรโปสเฟียร์ขึ้นไปถึงระดับความสูงประมาณ 50-55 กิโลเมตร อุณหภูมิคงที่ในระดับล่างและเพิ่มขึ้นตามความสูงในระดับบน เป็นชั้นที่มีโอโซนอยู่มาก ทำหน้าที่ดูดกลืนรังสีอัลตราไวโอเลตจากดวงอาทิตย์
3. มีโซสเฟียร์ คือ ชั้นบรรยากาศที่อยู่สูงจากพื้นดินประมาณ 80 กิโลเมตร อุณหภูมิในชั้นนี้ลดลงตามระดับความสูง ตอนบนสุดมีอุณหภูมิต่ำประมาณ – 120 องศาเซลเซียส
4. เทอร์โมสเฟียร์ คือ ชั้นบรรยากาศอยู่ถัดจากชั้นมีโซสเฟียร์ขึ้นไป อุณหภูมิเพิ่มขึ้นตามความสูงจนถึงประมาณ 400-500 กิโลเมตร อุณหภูมิของบรรยากาศชั้นนี้ประมาณ 800 องศาเซลเซียส

ความสำคัญของบรรยากาศ บรรยากาศช่วยรักษาระดับอุณหภูมิของโลกให้เหมาะสมกับสิ่งมีชีวิตบนโลก ปกป้องสิ่งมีชีวิตไม่ให้ได้รับอันตรายจากรังสีคลื่นสั้นจากดวงอาทิตย์ และป้องกันอันตรายจากวัตถุต่าง ๆ จากนอกอวกาศ

กิจกรรมการเรียนรู้

ขั้นสร้างความสนใจ (Engage) (10 นาที)

1. ครูให้นักเรียนร่วมกันอภิปรายหลังจากดูวิดีโอเรื่องโลกและอวกาศ โดยครูใช้คำถามดังนี้
   1.1 นักเรียนสังเกตเห็นรอบๆโลกของเรามีลักษณะอย่างไร
   1.2 โลกของเราถูกห่อหุ้มด้วยสิ่งใด
   1.3 บรรยากาศประกอบด้วยอะไรบ้าง
   1.4 บรรยากาศแบ่งได้กี่ชั้น อย่างไร
   1.5 บรรยากาศสำคัญอย่างไรต่อสิ่งมีชีวิต

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

2. นักเรียนร่วมกันทบทวนความรู้เดิมตามประเด็นดังกล่าว เพื่อเชื่อมโยงไปสู่สาระที่ครูเตรียมมา

ขั้นสำรวจตรวจสอบ (Investigate) (40 นาที)

1. ครูแนะนำแหล่งสืบค้นข้อมูล และแบ่งกลุ่มนักเรียนทั้งหมด 6 กลุ่ม จากนั้นให้นักเรียนไปศึกษาข้อมูล เรื่อง บรรยากาศ ตามแหล่งต่างๆ พร้อมทั้งบันทึกผล
2. นักเรียนแต่ละกลุ่มรับใบความรู้กลุ่มละ 3 แผ่น จากนั้นศึกษาข้อมูลในใบความรู้ให้เข้าใจ
3. นักเรียนแต่ละกลุ่มนำความรู้ที่ได้มาแลกเปลี่ยนข้อมูล จากนั้นร่วมกันวิเคราะห์ข้อมูลและแปลผล สรุปความรู้ลงในกระดาษฟลิปชาร์ต

ขั้นสร้างแบบจำลองเพื่ออธิบาย (Model) (50 นาที)

1. ตัวแทนนักเรียนแต่ละกลุ่มนำเสนอผลการศึกษาหน้าชั้นเรียน
2. นักเรียนร่วมกันตรวจสอบความถูกต้องของผลที่ได้ศึกษาจากการนำเสนอของแต่ละกลุ่มหน้าชั้นเรียน
3. นักเรียนแต่ละกลุ่มปรึกษาและวางแผนการสร้างแบบจำลองสามมิติจากวัสดุที่ครูเตรียมให้
4. สมาชิกแต่ละกลุ่มสร้างแบบจำลองสามมิติเพื่ออธิบายเรื่องการแบ่งชั้นบรรยากาศ
5. ตัวแทนกลุ่มนำเสนอแบบจำลองหน้าชั้นเรียน
6. นักเรียนร่วมกันสรุปความรู้ตามประเด็นดังนี้ ด้วยการใช้การเรียนรู้แบบร่วมมือ (think– pair – share)
   6.1 บรรยากาศของโลกเป็นอย่างไร
   6.2 ใช้เกณฑ์อะไรในการแบ่งชั้นบรรยากาศ และแบ่งได้อย่างไร
   6.3 องค์ประกอบของบรรยากาศมีอะไรบ้าง
   6.4 บรรยากาศแต่ละชั้นมีความเหมือนและแตกต่างกันอย่างไร
   6.5 บรรยากาศมีความสำคัญต่อสิ่งมีชีวิตอย่างไร
   6.6 บรรยากาศคืออะไร
7. ครูเชื่อมโยงผลสรุปความรู้ของนักเรียนกับความรู้วิทยาศาสตร์เรื่องบรรยากาศที่ครูเตรียมมาตามใบสรุปความรู้

ขั้นประยุกต์ความรู้ (Apply) (50 นาที)

1. ครูให้นักเรียนสร้างแบบจำลองของบรรยากาศแต่ละชั้นตามที่นักเรียนสนใจด้วยวัสดุในท้องถิ่นหรือวัสดุที่เหลือใช้แล้วตามที่นักเรียนสนใจ
2. นักเรียนแต่ละกลุ่มนำเสนอผลงานของตนในรูปของการจัดนิทรรศการภายในห้องเรียน เรื่องบรรยากาศของเรา

การประเมินการเรียนรู้

1. ประเมินกระบวนการสร้างคำอธิบายโดยใช้แบบประเมิน
2. ประเมินการทำงานกลุ่มด้วยแบบประเมิน
3. ประเมินแบบจำลองที่สร้างตามความสนใจของนักเรียนโดยใช้แบบประเมิน

สื่อการเรียนรู้

วัสดุอุปกรณ์

1. แผนภาพบรรยากาศ
2. วิดีโอเรื่องโลกและอวกาศ
3. วัสดุในท้องถิ่นหรือวัสดุเหลือใช้
4. ใบกิจกรรมเรื่อง องค์ประกอบและการแบ่งชั้นบรรยากาศ
5. ใบสรุปความรู้

แหล่งเรียนรู้

1. แหล่งข้อมูลต่าง ๆ ในห้องสมุดเรื่องโลกและบรรยากาศ เช่น หนังสือเรียน เอกสาร วารสาร คู่มือปฏิบัติการทางวิทยาศาสตร์
2. website

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ใบกิจกรรมเรื่อง องค์ประกอบและการแบ่งชั้นบรรยากาศ

วันที่...../...../.....

ชื่อ.....ชั้น.....เลขที่.....

คำชี้แจง ให้นักเรียนแต่ละกลุ่มปฏิบัติดังนี้

1. อ่านวิธีทำกิจกรรมจากการศึกษาให้เข้าใจ
2. ตอบคำถามก่อนทำกิจกรรม
3. ทำกิจกรรมและบันทึกผลตอบคำถามหลังทำกิจกรรม
4. สร้างแบบจำลองสามมิติโดยเลือกใช้วัสดุที่กำหนดให้เพื่อสร้างคำอธิบาย

กิจกรรมเรื่อง องค์ประกอบและการแบ่งชั้นบรรยากาศ

วัสดุอุปกรณ์

1. แผนภาพบรรยากาศ
2. วิดีโอเรื่องโลกและอวกาศ
3. วัสดุในท้องถิ่นหรือวัสดุเหลือใช้
4. ใบกิจกรรมเรื่อง องค์ประกอบและการแบ่งชั้นบรรยากาศ
5. ใบสรุปความรู้

แหล่งเรียนรู้

1. แหล่งข้อมูลต่าง ๆ ในห้องสมุดเรื่องโลกและบรรยากาศ เช่น หนังสือเรียน เอกสาร วารสาร คู่มือปฏิบัติการทางวิทยาศาสตร์
2. website

วิธีทำ

1. ศึกษาองค์ประกอบและการแบ่งชั้นบรรยากาศจากแหล่งเรียนรู้ที่กำหนดให้
2. สังเกตและบันทึกผล
3. นำผลที่ได้มาสรุป วิเคราะห์และประมวลผล
4. นำผลที่ได้สร้างแบบจำลอง

คำถามก่อนทำกิจกรรม

1. นักเรียนสังเกตเห็นรอบๆโลกอย่างไร

   .....

   .....

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

2. โลกของเราถูกห่อหุ้มด้วยสิ่งใด

.....

.....

3. บรรยากาศประกอบด้วยอะไรบ้าง

.....

.....

4. บรรยากาศแบ่งได้กี่ชั้น อย่างไร

.....

.....

5. บรรยากาศสำคัญอย่างไรต่อสิ่งมีชีวิต

.....

.....

บันทึกผลการทำกิจกรรม

1. สถานที่ที่ศึกษา
2. .....

.....

คำชี้แจง ให้นักเรียนออกแบบตารางการวิเคราะห์ข้อมูลและเติมข้อความลงในช่องว่างให้ใจความ (ตัวอย่าง)

ชั้นบรรยากาศ	*ความสูง*	*อุณหภูมิ*	*องค์ประกอบ*	*ความสำคัญ*
โทรโปสเฟียร์	*สูงจากพื้นดิน 8 – 18กิโลเมตร*	*อุณหภูมิลดลงตามระดับความสูง*	*ไอน้ำ*	*มีสิ่งมีชีวิตอาศัยอยู่ มีปรากฏการณ์เมฆและฝน*
สตราโตสเฟียร์	*ความสูงประมาณ 50 กิโลเมตร*	*อุณหภูมิคงที่ในระดับล่างและเพิ่มขึ้นตามความสูงในระดับบน*	*มีโอโซนอยู่มาก*	*ทำหน้าที่ดูดกลืนรังสีอัลตราไวโอเลตจากดวงอาทิตย์ รักษาระดับอุณหภูมิของโลกให้เหมาะสมกับสิ่งมีชีวิตบนโลก และใช้คมนาคมทางอากาศ*

คำชี้แจง ให้นักเรียนออกแบบตารางการวิเคราะห์ข้อมูลและเติมข้อความลงในช่องว่างให้ใจความ (ตัวอย่าง) (ต่อ)

ชั้นบรรยากาศ	*ความสูง*	*อุณหภูมิ*	*องค์ประกอบ*	*ความสำคัญ*
มีโซสเฟียร์	*สูงจากพื้นดินประมาณ 50 – 80 กิโลเมตร*	*อุณหภูมิลดลงตามระดับความสูง ตอนบนสุดมีอุณหภูมิต่ำประมาณ – 120 องศาเซลเซียส*	*ไอน้ำ แก๊สต่างๆ*	*ป้องกันเศษวัตถุในอวกาศตกมายังโลก*
เทอร์โมสเฟียร์	*สูงจากชั้นมีโซสเฟียร์ขึ้นไปถึง 400-500 กิโลเมตร*	*ประมาณ 1,500 องศาเซลเซียส*	*แก๊สต่างๆ*	*มีคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าสามารถส่งสัญญาณวิทยุได้*

2. สร้างภาพแบบจำลองการแบ่งชั้นบรรยากาศที่นักเรียนประดิษฐ์

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

คำถามหลังกิจกรรม

1. ผลการทำกิจกรรมเป็นตามที่คาดคะเนหรือไม่ อย่างไร

.....

.....

2. บรรยากาศแต่ละชั้นมีความเหมือนและต่างกันอย่างไร

.....

.....

3. แบ่งชั้นบรรยากาศโดยใช้เกณฑ์อะไร และแบ่งได้อย่างไร

.....

.....

4. อธิบายลักษณะและความสำคัญของบรรยากาศในแต่ละชั้นได้อย่างไร

4.1 บรรยากาศชั้นโทรโพสเฟียร์

.....

.....

4.2 บรรยากาศชั้นสตราโตสเฟียร์

.....

.....

4.3 บรรยากาศชั้นมีโซสเฟียร์

.....

.....

4.4 บรรยากาศชั้นเทอร์โมสเฟียร์

.....

.....

5. บรรยากาศชั้นสตราโตสเฟียร์และบรรยากาศชั้นโทรโปสเฟียร์แตกต่างกันอย่างไร

.....

.....

6. แต่ละชั้นบรรยากาศมีองค์ประกอบเหมือนกันหรือไม่ อย่างไร

.....

.....

7. อุณหภูมิของบรรยากาศในแต่ละชั้นเหมือนกันหรือไม่ อย่างไร

.....

.....

8. อากาศที่ปกคลุมโลกจากพื้นดินจนถึงระดับสูงในท้องฟ้าก่อนชั้นอวกาศเรียกว่าอะไร มีความสำคัญอย่างไร

.....

.....

9. บรรยากาศและอากาศมีความเหมือนและต่างกันอย่างไร

.....

.....

10. บรรยากาศคืออะไร

.....

.....

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

แบบประเมินแบบจำลอง

วิชาวิทยาศาสตร์ เรื่อง องค์ประกอบและการแบ่งชั้นบรรยากาศ ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2553

วันที่ประเมิน …….. ครั้งที่……

ส่วนที่ 1 ข้อมูลทั่วไป

1.ชื่อ- นามสกุล ผู้ได้รับการประเมิน ……. …….ห้อง……..

2.แบบจำลองเรื่อง ……

ส่วนที่ 2 ประเมินแบบจำลองโดยพิจารณาความสอดคล้องระหว่างลักษณะที่สังเกตได้กับรายการประเมินแบบจำลองของผู้เรียนโดยใช้เกณฑ์ต่อไปนี้

1 = ปรับปรุง 2 = พอใช้ 3 = ปานกลาง 4 = ดี 5 = ดีมาก

รายการ	ผลการประเมิน		
	3(ดี)	2(พอใช้)	1(ปรับปรุง)
1. เลือกใช้วัสดุในท้องถิ่น			
2. มีความประณีต สวยงาม			
3. ความคิดสร้างสรรค์			
4. แบบจำลองมีความเหมาะสม ถูกต้องตามหลักการ			
5. แบบจำลองมีสาระครบถ้วน			

ความคิดเห็นเพิ่มเติม

……

……

……

คะแนนเต็ม 18 คะแนน รวม……คะแนน คิดเป็นค่าเฉลี่ย…….

ระดับความสามารถ ◯ ดี ◯ พอใช้ ◯ ปรับปรุง

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ใบความรู้ที่ 1 เรื่องบรรยากาศ

รังสรรค์ ศรีสาคร สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท.)

โลกถือกำเนิดเมื่อกว่าสี่พันล้านปีมาแล้วขณะนั้นโลกมีสภาพเหมือนก้อนหินกลมขนาดใหญ่ที่กำลังหลอมละลายและไม่มีบรรยากาศ เมื่อโลกเริ่มเย็นตัวลงก๊าซต่าง ๆ ภายในโลกรวมทั้งจากการระเบิดของภูเขาไฟได้ถูกปล่อยออกมากมาย เป็นบรรยากาศปกคลุมโลกแต่บรรยากาศในระยะแรกแตกต่างจากในปัจจุบันมากจากการศึกษาส่วนผสมของก๊าซต่างๆที่ออกมาจากการระเบิดของภูเขาไฟ ในปัจจุบันพบว่าส่วนใหญ่ประกอบด้วยไอน้ำร้อยละ 80 ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ร้อยละ 12 ก๊าซซัลเฟอร์ไอออกไซด์ร้อยละ 7 และ ก๊าซไนโตรเจนอีกร้อยละ 1 จึงคาดว่าส่วนผสมของบรรยากาศของโลก เมื่อสี่พันล้านปีก่อนคล้ายกับส่วนผสมของก๊าซต่างๆที่พ่นออกมาจากการระเบิดของภูเขาไฟ ส่วนก๊าซออกซิเจนซึ่งเป็นก๊าซที่มีความสำคัญสำหรับมนุษย์และสิ่งมีชีวิตอื่นๆนั้นกิดขึ้นภายหลังนักวิทยาศาสตร์เชื่อว่าก๊าซออกซิเจนเกิดจากการสลายของไอน้ำเมื่อได้รับรังสีอัลตราไวโอเลตจากดวงอาทิตย์และจากการสังเคราะห์ด้วยแสงของพืชสีเขียวตามแหล่ง น้ำต่างๆที่มีกำเนิด เมื่อกว่าพันล้านปีก่อน

ส่วนผสมของก๊าซต่างๆที่ประกอบกันเป็นบรรยากาศห่อหุ้มโลกได้เปลี่ยนแปลงไปตลอดเวลาที่ผ่านมานับพันล้านปี จนในปัจจุบันบรรยากาศที่ห่อหุ้มโลกประกอบด้วยก๊าซไนโตรเจนร้อยละ 75โดย ปริมาตรก๊าซออกซิเจนร้อยละ 23 ก๊าซอาร์กอน ซึ่งเป็นก๊าซเฉื่อยร้อยละ1 ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ร้อยละ 0.03 ที่เหลืออีกประมาณร้อยร้อยละ 0.07 เป็นก๊าซโอโซน ฮีเลียม นีออน มีเทน ไฮโดรเจน นอกจากนี้ยังมีไอน้ำและฝุ่นละออง ซึ่งมีส่วนผสมไม่แน่นอน ก๊าซเหล่านี้ปกคลุมผิวโลกจนถึงระดับความสูงหลายร้อยกิโลเมตร ที่บริเวณผิวโลกบรรยากาศมีความหนาแน่นมากที่สุด สูงขึ้นไปความหนาแน่นของบรรยากาศจะลดลง คือมีปริมาณของก๊าซต่าง ๆ น้อยลงจนถึงบริเวณรอยต่อกับอวกาศ อยู่น้อยมาก

บรรยากาศที่ห่อหุ้มโลกและตัวเราอยู่นี้นอกจากจะมีความสำคัญต่อมนุษย์เพราะใช้ในการหายใจแล้วบรรยากาศยังมีความสำคัญหรือมีหน้าที่อื่นอีกมาก บรรยากาศทำหน้าที่เป็นโล่หรือเกราะป้องกันไม่ให้วัตถุฟากฟ้าตกลงมาถึงผิวโลกใน แต่ละวันจะมีเศษวัตถุในอวกาศตกมายังโลกเป็นจำนวนมากขณะที่เศษวัตถุเหล่านั้นผ่านเข้ามายังบรรยากาศจะเกิดการเสียดสีจนเศษวัตถุนั้นลุกไหม้จนหมดก่อนถึงพื้นโลกไม่เป็นอันตรายต่อสิ่งมีชีวิตบนโลกหรือถ้าวัตถุนั้นมีขนาดใหญ่ การลุกไหม้ก็จะช่วยลดขนาดของเศษวัตถุลงเป็นการลดความรุนแรงหรืออันตรายที่จะเกิดขึ้นได้การลุกไหม้ของเศษวัตถุเหล่านั้น จะเห็นได้ชัดในกลางคืนเดือนมืดจะเห็นเป็นทางสว่าง ชั่วเวลาสั้น ๆ เรียกว่าดาวตกหรือผีพุ่งใต้ บรรยากาศทำให้เกิดปรากฏการณ์ทางธรรมชาติหลายอย่างเช่น รุ้งพระอาทิตย์ทรงกลดปรากฏการณ์เหล่านี้เกิดจากการกระจายแสงขาวในละอองไอน้ำในอากาศ ทำให้ท้องฟ้ามีสีสันสวยงามถ้าปราศจากบรรยากาศ ท้องฟ้าของโลกจะมืดมิดเป็นสีดำ เช่นเดียวกับท้องฟ้าของดวงจันทร์ บรรยากาศบริเวณล่างสุด ซึ่งมีชื่อเรียกว่า โทรโพสเฟียร์มีระดับความสูงจากพื้นโลกประมาณ 8 ถึง 10 กิโลเมตร มีความสำคัญอย่างยิ่งต่อมนุษย์เพราะในบรรยากาศมีปริมาณก๊าซออกซิเจนที่เพียงพอต่อการหายใจ แต่บรรยากาศชั้นสูงขึ้นไปมีก๊าซออกซิเจนไม่เพียงพอ นอกจากนี้ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ซึ่งมีมากในบรรยากาศชั้นล่างสุดนี้ยังเป็นวัตถุดิบที่สำคัญของพืชในการสังเคราะห์ด้วยแสงซึ่งเป็นแหล่งอาหารสำคัญของมนุษย์และสัตว์ใน การสังเคราะห์ด้วยแสง พืชยังคายก๊าซออกซิเจนออกมาอีกด้วย นอกจากนี้เมฆ พายุ ลม และลักษณะอากาศต่าง ๆ เกิดขึ้นในบรรยากาศชั้นนี้ อุณหภูมิของบรรยากาศชั้นนี้จะเปลี่ยนแปลงบ่อยครั้งและรวดเร็วกว่าบรรยากาศชั้นอื่น ๆ

บรรยากาศทำให้โลกมีความอบอุ่นพอเหมาะสำหรับสิ่งมีชีวิตต่างๆดำรงชีวิตอยู่ได้เพื่อให้เห็นบทบาทของบรรยากาศในส่วนนี้ จะขอเปรียบเทียบโลกกับดวงจันทร์ ทั้งโลกและดวงจันทร์ต่างก็เป็นดาว บริวารของดวงอาทิตย์อยู่ห่างจากดวงอาทิตย์เป็นระยะทาง เฉลี่ยใกล้เคียงกันคือประมาณ 150 ล้านกิโลเมตร พบว่าอุณหภูมิบนดวงจันทร์ในตอนกลางวันสูงถึง 100องศาเซลเซียส และอุณหภูมิในตอนกลางคืนลดต่ำถึง150 องศาเซลเซียส เมื่อคิดเป็นอุณหภูมิเฉลี่ยจะได้ประมาณ 18 องศาเซลเซียส แต่สำหรับโลกอุณหภูมิเฉลี่ยบนพื้นผิวโลกประมาณ 15 องศาเซลเซียส นั่นหมายความว่าโลกของเราอบอุ่นกว่าดวงจันทร์ถึง 33 องศาเซลเซียส ทั้งนี้ก็เพราะโลกมีบรรยากาศห่อหุ้มบรรยากาศจะทำหน้าที่คล้ายผ้าห่มผืนใหญ่ที่ทำให้เกิดความอบอุ่น ถ้าปราศจากผ้าผ่มบรรยากาศผืนนี้อุณหภูมิเฉลี่ย ของโลกคงไม่ต่างจากดวงจันทร์

บรรยากาศที่ห่อหุ้มโลกนั้นบรรยากาศชั้นสตราโตสเฟียร์นับว่าเป็นชั้นที่มีอิทธิพลต่อสิ่งมีชีวิตบนพื้นโลกมากที่สุดในเพราะสามารถกรองรังสีอุลตราไวโอเลต(UV) ซึ่งเป็นอันตรายต่อชีวิตมนุษย์และสิ่งมีชีวิตอื่นๆ นอกจากนี้ยังมีส่วนสำคัญที่ทำให้อุณหภูมิของโลกอบอุ่นขึ้นอีกด้วย

ชั้นบรรยากาศสตราโตสเฟียร์อยู่เหนือขึ้นไปจากบรรยากาศชั้นโทรโพสเฟียร์ มีความสูงของชั้นบรรยากาศประมาณ 50 กิโลเมตร พบโอโซนหนาแน่นที่ประมาณ 15 - 35 กิโลเมตร เรียกว่า ชั้นโอโซน

โอโซนในบรรยากาศสตราโตสเฟียร์มีบทบาทสำคัญในการดูดกลืนรังสีอัลตราไวโอเลตที่เป็นอันตรายทางชีวภาพที่เรียกว่า UV-B ซึ่งมีเพียงส่วนน้อยที่ส่องถึงพื้นโลก การดูดกลืนรังสีอัลตราไวโอเลตทำให้เกิดความอบอุ่นในบรรยากาศสตราโตสเฟียร์ซึ่งมีลักษณะอุณหภูมิสูงขึ้นตามความสูง โอโซนจึงมีความสำคัญต่อระบบอุณหภูมิในบรรยากาศโลก หากปราศจากการกรองรังสีอัลตราไวโอเลตแล้วจะมีรังสีส่องถึงพื้นโลกมากขึ้นและส่งผลกระทบต่อมนุษย์ สัตว์ และพืช

บรรยากาศชั้นเมโซสเฟียร์อยู่เหนือบรรยากาศชั้นสตราโตสเฟียร์ และอยู่สูงขึ้นไปไม่เกิน 80 กิโลเมตร บรรยากาศชั้นเมโซสเฟียร์เป็นชั้นที่มีอุณหภูมิต่ำสุด อุณหภูมิจะลดลงตามความสูงที่เพิ่มขึ้นโดยอาจต่ำได้ถึง 83 องศาเซลเซียส สะเก็ดดาวเป็นทางยาวจะปรากฏให้เห็นในระดับบนๆ ของบรรยากาศชั้นนี้ การส่งคลื่นวิทยุทั่วๆไปก็ส่งในชั้นนี้เช่นกัน สูงจากบรรยากาศชั้นเมโซสเฟียร์พบว่า เริ่มในระดับ 80 กิโลเมตรเหนือพื้นโลกและสูงขึ้นไป ๆ จนจางหายไปในอากาศ อากาศกว่า 99% ของเราอยู่ใต้บรรยากาศชั้นเทอร์โมสเฟียร์ อากาศในชั้นนี้บางมาก และเพราะอากาศบางนี้เองที่ทำให้ได้รับผลกระทบจากแสงอาทิตย์แรงมากจนมีผลทำให้อุณหภูมิของบรรยากาศชั้นนี้สูงมาก อุณหภูมิจะสูงขึ้นอย่างรวดเร็วในช่วงแรกแล้วอัตราการสูงขึ้นจะลดลง อุณหภูมิจะอยู่ระหว่าง 227-1727 องศาเซลเซียส โดยชั้นนี้จะมีความหนาแน่นของอนุภาคต่างๆจางมาก แต่ก๊าซต่างๆในชั้นนี้จะอยู่ในลักษณะที่เป็นอนุภาคที่เป็นประจุไฟฟ้าเรียกว่า อิออน สามารถสะท้อนคลื่นวิทยุได้ บรรยากาศในชั้นนี้ถือเป็นบริเวณที่เปลี่ยนจากบรรยากาศของโลกมาเป็นก๊าซระหว่างดาวที่เบาบาง

และเป็นชั้นนอกสุดของบรรยากาศที่ห่อหุ้มโลก เครื่องบินที่บินอยู่ในบรรยากาศจะบินอยู่ในบรรยากาศชั้นสตราโตสเฟียร์ เพื่อจะได้อยู่เหนือหิมะ พายุฝน และลมแรง

อากาศเป็นตัวนำคลื่นเสียง ถ้าไม่มีอากาศเราจะไม่ได้ยินเสียงดนตรี เสียงสุนัขเห่า หรือเสียงคนพูดคุยกัน อากาศยังใช้เคลื่อนย้ายสิ่งต่าง ๆ อากาศทำให้เรือใบแล่นข้ามทะเลสาบ ทำให้ใบกังหันของกังหันลมในท้องนาหมุน เราใช้อากาศในการเล่นว่าว เป่าลูกโป่ง และสูบลมลูกบอล เราทุกคนต่างใช้อากาศทำกิจกรรมต่าง ๆ มากมายในแต่ละวัน มนุษย์หายใจเอาอากาศเข้าไปเพื่อมีชีวิตอยู่รอด เราทุกคนสามารถมีชีวิตรอดอยู่ได้เพียง 2-3 นาที เท่านั้นหากขาดอากาศหายใจ อากาศช่วยค้ำจุนชีวิตของพืชและสัตว์ที่อาศัยอยู่ในโลก อากาศในชั้นบรรยากาศยังช่วยปกป้องพืชบนโลกจากรังสีที่เป็นอันตรายของดวงอาทิตย์และจากความร้อนที่รุนแรง ก๊าซแต่ละชนิดในอากาศล้วนมีความสำคัญทั้งสิ้นโดยแต่ละชนิดจะช่วยปกป้องสิ่งมีชีวิต ก๊าซทุกชนิดในอากาศจำต้องมีความสมดุล ตัวอย่างเช่นหากระดับของออกซิเจนในอากาศลดลงในทันที เราจะหายใจด้วยความยากลำบาก หากก๊าซต่างๆในอากาศขาดความสมดุล รังสีที่เต็มไปด้วยความอันตรายจากดวงอาทิตย์สามารถเข้าสู่บรรยากาศของเราได้

(ที่มา: http://school.net.th/library/snet3/air/index.htm)

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ใบความรู้ที่ 2 เรื่องนิทานบรรยากาศโลก

ดัดแปลงจาก นิทานเรื่องรุ้งกินน้ำ

“แม่ครับ! แม่ครับ! ดูโน่นสิครับ รุ้งกินน้ำ” .เสียงร้องอย่างตื่นเต้น แม่มองตามนิ้วมือของนิ้งหน่องที่ชี้ขึ้นไปบนฟากฟ้า ก็เห็นสายรุ้งพาดโค้งเต็มขอบฟ้า จากที่ที่แม่และนิ้งหน่องยืนอยู่ สายรุ้งทอดตัวให้เห็นอย่างชัดเจน แม่พานิ้งหน่องมาเยี่ยมคุณยายที่ต่างจังหวัดในช่วงโรงเรียนปิดเทอม บ้านของคุณยายอยู่ริมคลองที่ยังมีน้ำใส หลังบ้านยังเป็นทุ่งนา แม่เล่าว่าขณะนี้ชาวนาทำนาปรัง ใกล้ฤดูเก็บเกี่ยวแล้ว แม่พานิ้งหน่องมาดูทุ่งนา ช่วงนี้อากาศร้อนจัด แต่จะมีฝนตกบ้างเป็นระยะๆ เนื่องจากมีพายุฤดูร้อนพัดผ่าน วันนี้เป็นวันมีฝนตกหนักก่อนใกล้รุ่ง ครั้นพอเช้าฝนเริ่มหยุด พอสายหน่อย พระอาทิตย์ส่องแสงลอดมาได้ ทำให้เกิดการสะท้อนแสง ปรากฏเป็นสายรุ้งสวยงาม

แม่ครับ.. เพื่อนนิ้งหน่องเคยเล่าว่า คนสมัยก่อนจะห้ามใช้นิ้วชี้เมื่อเห็นรุ้งกินน้ำ เพราะจะทำให้นิ้วกุดด้วน จริงหรือเปล่าครับ?

“อืมม... ถ้าเป็นอย่างนั้นจริง เมื่อตะกี้แม่คงร้องเตือนและตีมือลูกแล้วหละ เพราะเกรงนิ้วลูกจะกุด” แม่ตอบ แล้วพูดต่อ "แม่ว่านะ เหตุผลที่คนรุ่นก่อนหรือที่เรียกว่าคนโบราณห้ามไว้ คงมีหลายสาเหตุด้วยกัน ส่วนใหญ่แล้วมักห่วงลูกหลานจะได้รับอันตรายจากสิ่งนั้นๆ มากกว่า อย่างเช่นห้ามชี้รุ้งกินน้ำ อาจเกรงว่าเด็กจะเพลิดเพลินในการแหงนดูรุ้ง จนอาจตกน้ำตกท่า หรือหกล้ม ทำให้เจ็บตัวได้นั่นเอง"

“แล้วมีเหตุผลอื่นอีกไม๊ครับแม่” นิ้งหน่องสนใจซักถาม

“เหตุผลอื่นอาจมีอีก เช่นว่า รุ้งกินน้ำมักเกิดหลังเวลาฝนตกแล้ว ช่วงดังกล่าวอาจมีมีเมฆที่ก่อตัวเป็นพายุฝนฟ้าคะนอง เด็กๆ อาจสวมของมีค่าที่เป็นวัสดุตัวนำไฟฟ้า เช่น เงินทอง นาคทองแดง คุณครูที่โรงเรียนนิ้งหน่องคงสอนแล้วว่า ช่วงที่มีฝนฟ้าคะนอง ไม่ควรสวมใส่หรือมีวัสดุที่เป็นสื่อไฟฟ้า เพราะมันมีอันตรายสูง แต่บอกไปเด็กอาจไม่เข้าใจ หรือมีความซุกซนเกินกว่าจะนึกถึงอันตราย เหตุนี้ผู้ใหญ่จึงหาทางป้องกันโดยใช้วิธีสร้างเรื่องให้รู้สึกกลัว เมื่อเด็กโตขึ้น เรียนรู้ธรรมชาติ ก็จะเริ่มเข้าใจเอง” แม่อธิบายยืดยาว

“ครับแม่ คุณครูเคยสอนไว้ และคุณครูก็สอนเรื่องการเกิดรุ้งด้วยครับ” นิ้งหน่องเล่า คุณครูบอกเหมือนที่คุณแม่บอก “รุ้งกินน้ำเป็นปรากฏการณ์ธรรมชาติที่เกิดขึ้นหลังฝนตกใหม่ๆ นั่นแสดงว่าในเวลานั้นในชั้นบรรยากาศอาจจะมีประจุไฟฟ้าหลงเหลืออยู่ หากออกไปยืนกลางแจ้งเพื่อดูรุ้งกินน้ำหรือยื่นมือไปชี้รุ้งกินน้ำ โดยในมือมีเครื่องประดับที่เป็นโลหะ เช่น กำไล แหวน ที่เป็นทองหรือเงิน ซึ่งเป็นสื่อนำไฟฟ้า ก็อาจจะเกิดภัยฟ้าผ่าได้ ปรากฏการณ์ธรรมชาติเหล่านี้เรามักพบเห็น

อยู่ในบรรยากาศชั้นโทรโพสเฟียร์ซึ่งอยู่สูงจากพื้นโลกขึ้นไป 10 กิโลเมตร และถ้าเรายิ่งขึ้นไปสูงมากเท่าไรจะพบว่าอุณหภูมิจะยิ่งลดลงด้วยครับ”

“แสดงว่าบรรยากาศชั้นนี้อุณหภูมิจะลดลงตามความสูงใช่มั้ยจ๊ะ” แม่ถามนิ้งหน่อง

“ถูกต้องครับ แต่แม่ครับคุณครูเคยสอนว่า บรรยากาศชั้นเทอร์โมสเฟียร์ ซึ่งมีความสูงจากพื้นโลกประมาณ 80 กิโลเมตรขึ้นไป จึงมีประจุไฟฟ้า ไม่ใช่หรือครับ แล้วทำไมจึงพบประจุไฟฟ้าอยู่ในชั้นโทรโพสเฟียร์ด้วยครับ”

“บรรยากาศชั้นเทอร์โมสเฟียร์ มีความหนาแน่นของอนุภาคต่างๆจางมาก แต่ก๊าซต่างๆ ในชั้นนี้จะอยู่ในลักษณะที่เป็นอนุภาคที่เป็นประจุไฟฟ้าเรียกว่า อิออน นอกจากนี้อุณหภูมิจะสูงขึ้นอย่างรวดเร็วในช่วงแรกแล้วอัตราการสูงขึ้นจะลดลง อุณหภูมิจะอยู่ระหว่าง 227-1727 องศาเซลเซียส โดยชั้นนี้สามารถสะท้อนคลื่นวิทยุได้ บรรยากาศในชั้นนี้ถือเป็นบริเวณที่เปลี่ยนจากบรรยากาศของโลกมาเป็นก๊าซระหว่างดาวที่เบาบาง และเป็นชั้นนอกสุดของบรรยากาศที่ห่อหุ้มโลก เรียกว่า เอกโซสเฟียร์ ส่วนประจุไฟฟ้าที่พบในชั้นโทรโพสเฟียร์ เป็นประจุไฟฟ้าที่เกิดจากการแลกเปลี่ยนระหว่างพื้นดินและก้อนเมฆ ที่มักเกิดขึ้นเวลามีฝนตก ฟ้าร้อง ฟ้าผ่า” แม่ตอบนิ้งหน่อง

“ผมเข้าใจแล้วครับ”

“แม่ครับ! แม่ครับ! ดูโน่นสิครับมีโคมลอยและเครื่องบินบินผ่านด้วย” เสียงร้องอย่างตื่นเต้น แม่มองตามนิ้วมือของนิ้งหน่องที่ชี้ขึ้นไปบนฟากฟ้า ก็เห็นเครื่องบินบินผ่าน 2 ลำและโคมลอยลอยอยู่บนฟ้า

“เครื่องบินนี้บินอยู่ในบรรยากาศชั้นโทรโพสเฟียร์ใช่มั้ยครับ” นิ้งหน่องถาม

“ไม่ใช่จ๊ะลูก เครื่องบินจะต้องบินให้สูงกว่าเมฆเนื่องจากมีทัศนวิสัยดี ส่วนโคมลอยนี้บินอยู่สูงกว่าเราไม่เกิน 10 กิโลเมตร” แม่ตอบ

“เครื่องบินบินสูงจากพื้นดินประมาณกี่กิโลเมตรครับ”

“เครื่องบินบินสูงกว่าพื้นดินประมาณ 10-50 กิโลเมตร” แม่ตอบ

“อ๋อ ผมรู้แล้วครับ บินอยู่ในบรรยากาศชั้นสตราโทสเฟียร์ หรือเรียกอีกอย่างว่าชั้นโอโซน เพราะบรรยากาศชั้นนี้มีก๊าซโอโซนมากและมีอุณหภูมิเพิ่มขึ้นตามความสูงใช่มั้ยครับ”

“ใช่จ๊ะ แล้วลูกรู้หรือเปล่าว่า ก๊าซโอโซนมีประโยชน์อย่างไร” แม่ถาม

“ก๊าซโอโซนทำหน้าที่ดูดซับรังสีอุลตราไวโอเลตจากดวงอาทิตย์ ซึ่งเป็นรังสีอันตรายต่อผิวหนังของมนุษย์และพืช ไม่ให้ส่องลงมากระทบถึงพื้นโลก ก๊าซชนิดนี้เกิดจากการที่โมเลกุลของก๊าซออกซิเจนแตกตัว และจัดรูปแบบขึ้นใหม่เมื่อถูกรังสีจากดวงอาทิตย์ช่วยดูดซับรังสีเหนือม่วง

ของแสงอาทิตย์ทำให้บรรยากาศอุ่นขึ้น ดังนั้นทุกคนจึงควรช่วยกันรักษาโอโซนไว้ไม่ให้ถูกทำลายมากกว่านี้ เพื่อไม่ให้โลกเราร้อนมากยิ่งขึ้นครับ”

“ถูกต้อง เราทุกคนต้องช่วยกันรักษาบรรยากาศของโลกเราไว้ เพราะนอกจากบรรยากาศจะช่วยปรับอุณหภูมิของโลกแล้ว บรรยากาศยังช่วยป้องกันอุกกาบาตไม่ให้ตกลงมายังโลกเราด้วย” แม่ตอบ

“แต่....เอ...นิ้งหน่องรู้หรือไม่ว่าอุกกาบาตถูกเผาไหม้ไม่ให้ตกลงมายังโลกในบรรยากาศชั้นไหน” แม่ถาม

“ชั้นมีโซสเฟียร์ครับ บรรยากาศชั้นนี้อยู่สูงจากพื้นดินประมาณ 50 - 80 กิโลเมตรเหนือชั้นโอโซน อุณหภูมิลดลงตามความสูงที่เพิ่มขึ้นโดยอาจต่ำได้ถึง 83 องศาเซลเซียส อุกกาบาตหรือชิ้นส่วนหินจากอวกาศที่ตกลงมามักถูกเผาไหม้ในชั้นนี้ นอกจากนี้ยังมีการส่งคลื่นวิทยุทั่วๆ ไปในชั้นนี้ด้วยครับ” นิ้งหน่องตอบ

“ลูกของแม่เก่งมาก เอาหละ ดูสิ รุ้งกินน้ำเริ่มจางลงเรื่อยๆแล้ว สักครู่คงหายไปหมด เครื่องบินก็บินผ่านไปแล้ว เราเดินไปดูทุ่งนาตรงโน้นกันดีกว่าลูก” พูดแล้วแม่กับลูกก็จูงมือกันเดินไปตามคันนา เพื่อไปดูข้าวออกรวง เชื่อว่าคงมีเรื่องถามเรื่องเล่ากันระหว่างแม่ลูกอีกไม่รู้จบ

(แหล่งที่มา http://www.suwattana-kindergarten.com/fabels/fabel2.html)

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตัวอย่าง

แผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้การเรียนการสอนแบบปกติ

หน่วยการเรียนรู้ เรื่อง องค์ประกอบและการแบ่งชั้นบรรยากาศ วิชา วิทยาศาสตร์
ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 เวลา 150 นาที (3 คาบเรียน)

สาระที่ 6 กระบวนการเปลี่ยนแปลงของโลก

มาตรฐาน ว 6.1 เข้าใจกระบวนการต่างๆที่เกิดขึ้นบนผิวโลกและภายนอกโลก ความสัมพันธ์ของกระบวนการต่างๆที่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศ ภูมิประเทศและสัณฐานของเปลือกโลก มีกระบวนการสืบเสาะหาความรู้และจิตวิทยาศาสตร์ สื่อสารสิ่งที่เรียนรู้และนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

ตัวชี้วัด

1. ว 6.1 ม.1/1 สืบค้นและอธิบายองค์ประกอบและการแบ่งชั้นบรรยากาศที่ปกคลุมผิวโลก

สาระที่ 8 ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

มาตรฐาน ว 8.1 ใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์และจิตวิทยาศาสตร์ในการสืบเสาะหาความรู้ การแก้ปัญหา รู้ว่าปรากฏการณ์ธรรมชาติที่เกิดขึ้นส่วนใหญ่มีรูปแบบที่แน่นอน สามารถอธิบายและตรวจสอบได้ภายใต้ข้อมูลและเครื่องมือที่มีอยู่ในช่วงเวลานั้นๆ เข้าใจว่าวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี สังคม และสิ่งแวดล้อมมีความสัมพันธ์กัน

ตัวชี้วัด

1. ว 8.1 ม.1/1 ตั้งคำถามที่กำหนดประเด็นหรือตัวแปรที่สำคัญในการสำรวจตรวจสอบหรือศึกษาค้นคว้าเรื่องที่สนใจอย่างครอบคลุมและเชื่อถือได้
2. ว 8.1 ม.1/2 สร้างสมมติฐานที่สามารถตรวจสอบได้และวางแผนการสำรวจตรวจสอบหลายๆวิธี
3. ว 8.1 ม.1/3 เลือกเทคนิควิธีการสำรวจตรวจสอบทั้งเชิงปริมาณและคุณภาพที่ได้ผลเที่ยงตรงและปลอดภัยโดยใช้วัสดุและเครื่องมือที่เหมาะสม
4. ว 8.1 ม.1/4 รวบรวมข้อมูล จัดกระทำเชิงข้อมูลเชิงปริมาณและคุณภาพ

5. ว 8.1 ม.1/5 วิเคราะห์และประเมินความสอดคล้องของประจักษ์พยานกับข้อสรุปทั้งที่สนับสนุนหรือขัดแย้งกับสมมติฐานและความผิดปกติของข้อมูลจากการสำรวจตรวจสอบ
6. ว 8.1 ม.1/6 สร้างแบบจำลองหรือรูปแบบที่อธิบายผลหรือเสนอผลของการสำรวจตรวจสอบ
7. ว 8.1 ม.1/7 สร้างคำถามที่นำไปสู่การสำรวจตรวจสอบในเรื่องที่เกี่ยวข้องและนำความรู้ที่ได้ไปใช้ในสถานการณ์ใหม่หรืออธิบายที่เกี่ยวกับแนวคิด กระบวนการและผลของโครงงานหรือชิ้นงานให้ผู้อื่นเข้าใจ
8. ว 8.1 ม.1/8 บันทึกและอธิบายผลการสังเกต การสำรวจตรวจสอบค้นคว้าเพิ่มเติมจากแหล่งความรู้ต่างๆให้ได้ข้อมูลที่เชื่อถือได้และยอมรับการเปลี่ยนแปลงความรู้ที่ค้นพบเมื่อมีข้อมูลและประจักษ์พยานใหม่เพิ่มขึ้นหรือโต้แย้งจากเดิม
9. ว 8.1 ม.1/9 จัดแสดงผลงาน เขียนรายงานและ/หรืออธิบายเกี่ยวกับแนวคิด กระบวนการ และผลของโครงงานหรือชิ้นงานให้ผู้อื่นเข้าใจ

จุดประสงค์การเรียนรู้

เมื่อเรียนจบหน่วยการเรียนรู้นี้แล้ว นักเรียนสามารถ

1. สืบค้นความสำคัญของบรรยากาศและการแบ่งชั้นบรรยากาศจากแหล่งเรียนรู้ได้
2. อธิบายความหมายของบรรยากาศได้
3. ระบุองค์ประกอบของอากาศได้
4. แบ่งชั้นบรรยากาศโดยใช้อุณหภูมิเป็นเกณฑ์ได้
5. อธิบายความสำคัญของชั้นบรรยากาศได้
6. ตระหนักถึงความสำคัญของบรรยากาศที่เกี่ยวข้องกับชีวิตและสิ่งแวดล้อมได้

สาระ

บรรยากาศ คือ อากาศที่ปกคลุมโลกจากพื้นดินจนถึงระดับสูงในท้องฟ้าก่อนชั้นอวกาศ

องค์ประกอบของบรรยากาศ ประกอบด้วย แก๊สไนโตรเจน ออกซิเจน คาร์บอนไดออกไซด์ ไอน้ำ ฝุ่นละออง และแก๊สอื่นๆเล็กน้อย

การแบ่งชั้นบรรยากาศ แบ่งได้ 4 ระดับ โดยใช้อุณหภูมิเป็นเกณฑ์ดังนี้

5. โทรโปสเฟียร์ คือ ชั้นบรรยากาศที่อยู่ถัดจากผิวโลกขึ้นไป มีระยะความสูงจากพื้นดิน 8 – 18กิโลเมตร อุณหภูมิลดลงตามระดับความสูง มีสิ่งมีชีวิตอาศัยอยู่ สภาวะลมฟ้าอากาศต่างๆเกิดขึ้นในบรรยากาศชั้นนี้ เพราะมีไอน้ำในอากาศมากพอที่ทำให้เกิดเป็นเมฆและฝน
6. สตราโตสเฟียร์ คือ ชั้นบรรยากาศที่อยู่ถัดจากชั้นโทรโปสเฟียร์ขึ้นไปถึงระดับความสูงประมาณ 50-55 กิโลเมตร อุณหภูมิคงที่ในระดับล่างและเพิ่มขึ้นตามความสูงในระดับบน เป็นชั้นที่มีโอโซนอยู่มาก ทำหน้าที่ดูดกลืนรังสีอัลตราไวโอเลตจากดวงอาทิตย์
7. มีโซสเฟียร์ คือ ชั้นบรรยากาศที่อยู่สูงจากพื้นดินประมาณ 80 กิโลเมตร อุณหภูมิในชั้นนี้ลดลงตามระดับความสูง ตอนบนสุดมีอุณหภูมิต่ำประมาณ – 120 องศาเซลเซียส
8. เทอร์โมสเฟียร์ คือ ชั้นบรรยากาศอยู่ถัดจากชั้นมีโซสเฟียร์ขึ้นไป อุณหภูมิเพิ่มขึ้นตามความสูงจนถึงประมาณ 400-500 กิโลเมตร อุณหภูมิของบรรยากาศชั้นนี้ประมาณ 800 องศาเซลเซียส

ความสำคัญของบรรยากาศ บรรยากาศช่วยรักษาระดับอุณหภูมิของโลกให้เหมาะสมกับสิ่งมีชีวิตบนโลก ปกป้องสิ่งมีชีวิตไม่ให้ได้รับอันตรายจากรังสีคลื่นสั้นจากดวงอาทิตย์ และป้องกันอันตรายจากวัตถุต่าง ๆ จากนอกอวกาศ

กิจกรรมการเรียนรู้

ขั้นนำ (15 นาที)

1. ครูแสดงภาพบรรยากาศของโลกและชั้นบรรยากาศต่างๆของโลกให้นักเรียนดูแล้วใช้คำถามดังต่อไปนี้
   1.1 นักเรียนสังเกตเห็นรอบๆโลกของเรามีลักษณะอย่างไรบ้าง
   1.2 บรรยากาศภายในโลกแต่ละชั้นจะมีลักษณะเหมือนกันหรือไม่ อย่างไร
   1.3 บรรยากาศแบ่งได้กี่ชั้น แต่ละชั้นเหมือนกันหรือต่างกันหรือไม่ อย่างไร
   1.4 บรรยากาศในแต่ละชั้นมีความสำคัญอย่างไร

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ขั้นกิจกรรม (90 นาที)

1. จัดกลุ่มนักเรียนออกเป็น 5 กลุ่มกลุ่มละ 6 คน โดยให้นักเรียนสืบค้นข้อมูลเกี่ยวกับบรรยากาศของโลก องค์ประกอบชั้นบรรยากาศ และความสำคัญของชั้นบรรยากาศ
   จากแหล่งเรียนรู้ที่ครูกำหนดให้ มีดังนี้
   1) หนังสือ
   2) เว็บไซต์
2. นักเรียนสรุปข้อความรู้จากการสืบค้นลงในกระดาษฟลิปชาร์ต
3. ตัวแทนของแต่ละกลุ่มออกมานำเสนอผลการสืบค้นหน้าชั้นเรียน
4. ครูและนักเรียนร่วมกันตรวจสอบความถูกต้องของผลการศึกษา ที่นักเรียนสรุปลงในกระดาษฟลิปชาร์ต
5. ครูบรรยาย เรื่อง องค์ประกอบและการแบ่งชั้นบรรยากาศโดยใช้สื่อด้วยโปรแกรม PowerPoint ประกอบการบรรยาย

3. ขั้นสรุป (45 นาที)

1. ครูนำนักเรียนอภิปรายเพื่อสรุปสาระที่ได้เรียนรู้ในเรื่ององค์ประกอบและการแบ่งชั้นบรรยากาศโดยใช้คำถามดังนี้
   1.1 บรรยากาศของโลกเป็นอย่างไร
   1.2 ใช้เกณฑ์อะไรในการแบ่งชั้นบรรยากาศ และแบ่งได้อย่างไร
   1.3 องค์ประกอบของบรรยากาศมีอะไรบ้าง
   1.4 บรรยากาศแต่ละชั้นมีความเหมือนและแตกต่างกันอย่างไร
   1.5 บรรยากาศมีความสำคัญต่อสิ่งมีชีวิตอย่างไร
   1.6 บรรยากาศคืออะไร
2. ครูให้นักเรียนเขียนแผนผังมโนทัศน์ เพื่อสรุปข้อความรู้ด้วยตนเอง

สื่อการเรียนรู้ และแหล่งการเรียนรู้

สื่อการเรียนรู้/วัสดุและอุปกรณ์

1. ภาพ องค์ประกอบและการแบ่งชั้นบรรยากาศของโลก
2. คอมพิวเตอร์ และ LCD

3. กระดาษฟลิปชาร์ต
4. ปากกาเคมี

แหล่งการเรียนรู้

1. แหล่งข้อมูลต่าง ๆ ในห้องสมุดเรื่องโลกและบรรยากาศ เช่น หนังสือเรียน เอกสาร วารสาร คู่มือปฏิบัติการทางวิทยาศาสตร์
2. เว็บไซต์

การประเมินผลการเรียนรู้

1. สังเกตจากการอภิปราย และแสดงความคิดเห็นของนักเรียน
2. ประเมินการทำงานกลุ่มด้วยแบบประเมิน
3. ประเมินความรู้จากผังมโนทัศน์

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ใบกิจกรรมเรื่อง องค์ประกอบและการแบ่งชั้นบรรยากาศ

วันที่...../...../.....

ชื่อ.....ชั้น.....เลขที่.....

คำชี้แจง ให้นักเรียนแต่ละกลุ่มปฏิบัติดังนี้

1. อ่านวิธีทำกิจกรรมจากการศึกษาให้เข้าใจ
2. ตอบคำถามก่อนทำกิจกรรม
3. ทำกิจกรรมและบันทึกผลตอบคำถามหลังทำกิจกรรม

กิจกรรมเรื่อง องค์ประกอบและการแบ่งชั้นบรรยากาศ

วัสดุอุปกรณ์

1. แผนภาพบรรยากาศ
2. คอมพิวเตอร์ และ LCD
3. ใบกิจกรรมเรื่อง องค์ประกอบและการแบ่งชั้นบรรยากาศ
4. กระดาษฟลิปชาร์ต
5. ปากกาเคมี

แหล่งเรียนรู้

1. แหล่งข้อมูลต่าง ๆ ในห้องสมุดเรื่องโลกและบรรยากาศ เช่น หนังสือเรียน เอกสาร วารสาร คู่มือปฏิบัติการทางวิทยาศาสตร์
2. website

วิธีทำ

1. ศึกษาองค์ประกอบและการแบ่งชั้นบรรยากาศจากแหล่งเรียนรู้ที่กำหนดให้
2. สังเกตและบันทึกผล
3. นำผลที่ได้มาสรุป วิเคราะห์และประมวลผล
4. นำผลที่ได้เขียนแผนผังมโนทัศน์

คำถามก่อนทำกิจกรรม

1. นักเรียนสังเกตเห็นรอบๆโลกของเรามีลักษณะอย่างไรบ้าง

   .....

   .....

2. บรรยากาศภายในโลกแต่ละชั้นจะมีลักษณะเหมือนกันหรือไม่ อย่างไร

.....

.....

3. บรรยากาศประกอบด้วยอะไรบ้าง

.....

.....

4. บรรยากาศแบ่งได้กี่ชั้น อย่างไร

.....

.....

5. บรรยากาศสำคัญอย่างไรต่อสิ่งมีชีวิต

.....

.....

บันทึกผลการทำกิจกรรม

1. สถานที่ที่ศึกษา

.....

.....

คำชี้แจง ให้นักเรียนออกแบบตารางการวิเคราะห์ข้อมูลและเติมข้อความลงในช่องว่างให้ใจความ (ตัวอย่าง)

ชั้นบรรยากาศ	*ความสูง*	*อุณหภูมิ*	*องค์ประกอบ*	*ความสำคัญ*
โทรโปสเฟียร์	*สูงจากพื้นดิน 8 – 18กิโลเมตร*	*อุณหภูมิลดลงตามระดับความสูง*	*ไอน้ำ*	*มีสิ่งมีชีวิตอาศัยอยู่ มีปรากฏการณ์เมฆและฝน*
สตราโตสเฟียร์	*ความสูงประมาณ 50 กิโลเมตร*	*อุณหภูมิคงที่ในระดับล่างและเพิ่มขึ้นตามความสูงในระดับบน*	*มีโอโซนอยู่มาก*	*ทำหน้าที่ดูดกลืนรังสีอัลตราไวโอเลตจากดวงอาทิตย์ รักษาระดับอุณหภูมิของโลกให้เหมาะสมกับสิ่งมีชีวิตบนโลก และใช้คมนาคมทางอากาศ*

คำชี้แจง ให้นักเรียนออกแบบตารางการวิเคราะห์ข้อมูลและเติมข้อความลงในช่องว่างให้ใจความ (ตัวอย่าง) (ต่อ)

ชั้นบรรยากาศ	*ความสูง*	*อุณหภูมิ*	*องค์ประกอบ*	*ความสำคัญ*
มีโซสเฟียร์	*สูงจากพื้นดินประมาณ 50 – 80 กิโลเมตร*	*อุณหภูมิลดลงตามระดับความสูง ตอนบนสุดมีอุณหภูมิต่ำประมาณ – 120 องศาเซลเซียส*	*ไอน้ำ แก๊สต่างๆ*	*ป้องกันเศษวัตถุในอวกาศตกมายังโลก*
เทอร์โมสเฟียร์	*สูงจากชั้นมีโซสเฟียร์ขึ้นไปถึง 400-500 กิโลเมตร*	*ประมาณ 1,500 องศาเซลเซียส*	*แก๊สต่างๆ*	*มีคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าสามารถส่งสัญญาณวิทยุได้*

คำถามหลังกิจกรรม

1. ผลการทำกิจกรรมเป็นตามที่คาดคะเนหรือไม่ อย่างไร

   .....

   .....

2. บรรยากาศแต่ละชั้นมีความเหมือนและต่างกันอย่างไร

   .....

   .....

3. แบ่งชั้นบรรยากาศโดยใช้เกณฑ์อะไร และแบ่งได้อย่างไร

   .....

   .....

4. อธิบายลักษณะและความสำคัญของบรรยากาศในแต่ละชั้นได้อย่างไร

   4.1 บรรยากาศชั้นโทรโพสเฟียร์

   .....

   .....

4.2 บรรยากาศชั้นสตราโตสเฟียร์

.....

.....

4.3 บรรยากาศชั้นมีโซสเฟียร์

.....

.....

4.4 บรรยากาศชั้นเทอร์โมสเฟียร์

.....

.....

5. บรรยากาศชั้นสตราโตสเฟียร์และบรรยากาศชั้นโทรโปสเฟียร์แตกต่างกันอย่างไร

.....

.....

6. แต่ละชั้นบรรยากาศมีองค์ประกอบเหมือนกันหรือไม่ อย่างไร

.....

.....

7. อุณหภูมิของบรรยากาศในแต่ละชั้นเหมือนกันหรือไม่ อย่างไร

.....

.....

8. อากาศที่ปกคลุมโลกจากพื้นดินจนถึงระดับสูงในท้องฟ้าก่อนชั้นอวกาศเรียกว่าอะไร มีความสำคัญอย่างไร

.....

.....

9. บรรยากาศและอากาศมีความเหมือนและต่างกันอย่างไร

.....

.....

10. บรรยากาศคืออะไร

.....

.....

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

11. นักเรียนเขียนแผนผังมโนทัศน์เรื่องค์ประกอบและการแบ่งชั้นบรรยากาศ

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ภาคผนวก ง
คุณภาพของเครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล

1. แบบวัดมโนทัศน์เรื่องบรรยากาศ
2. แบบประเมินความสามารถในการสร้างคำอธิบาย

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 13 ค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ระหว่างข้อคำถามกับจุดประสงค์ที่ต้องการวัดของแบบวัดมโนทัศน์เรื่องบรรยากาศ

ข้อที่	จุดประสงค์ที่ต้องการวัด	ค่า IOC	ความหมาย
1	ความเข้าใจองค์ประกอบของบรรยากาศ	1	วัดได้สอดคล้อง
2	ความเข้าใจการแบ่งชั้นบรรยากาศ	1	วัดได้สอดคล้อง
3	ความรู้ความจำชั้นบรรยากาศ	1	วัดได้สอดคล้อง
4	ความเข้าใจชั้นบรรยากาศ	0.67	วัดได้สอดคล้อง
5	ความเข้าใจอุณหภูมิของอากาศ	0.67	วัดได้สอดคล้อง
6	ความรู้ ความจำ อุณหภูมิของอากาศ	0.67	วัดได้สอดคล้อง
7	ความเข้าใจ ความสัมพันธ์อุณหภูมิกับความดัน	1	วัดได้สอดคล้อง
8	ความเข้าใจการคำนวณค่าความกดอากาศ	1	วัดได้สอดคล้อง
9	ความเข้าใจการคำนวณหาค่าความชื้นในอากาศ	0.67	วัดได้สอดคล้อง
10	ความเข้าใจในการใช้เครื่องมือวัดความชื้นในอากาศ	1	วัดได้สอดคล้อง
11	ความเข้าใจความหมายของลม	0.67	วัดได้สอดคล้อง
12	ความเข้าใจ การเกิดลม	0.67	วัดได้สอดคล้อง
13	ความเข้าใจประเภทของเมฆ	0.67	วัดได้สอดคล้อง
14	ความเข้าใจ การจำแนกประเภทของเมฆ	0.67	วัดได้สอดคล้อง
15	ความเข้าใจหลักการการเกิดหยาดน้ำฟ้า	0.67	วัดได้สอดคล้อง
16	ความเข้าใจการจำแนกประเภทหยาดน้ำฟ้า	1	วัดได้สอดคล้อง
17	ความเข้าใจการเกิดพายุฟ้าคะนอง	0.67	วัดได้สอดคล้อง
18	ความเข้าใจความหมายของพายุฟ้าคะนอง	0.67	วัดได้สอดคล้อง
19	ความเข้าใจการป้องกันอันตรายจากพายุฟ้าคะนอง	0.67	วัดได้สอดคล้อง
20	ความเข้าใจ การเกิดพายุหมุนเขตร้อน	0.67	วัดได้สอดคล้อง
21	ความเข้าใจผลกระทบที่เกิดพายุหมุนเขตร้อน	1	วัดได้สอดคล้อง
22	ความเข้าใจการจำแนกพายุหมุนเขตร้อน	0.67	วัดได้สอดคล้อง
23	ความเข้าใจการเกิดมรสุม	1	วัดได้สอดคล้อง
24	ความเข้าใจผลกระทบที่ได้รับจากการเกิดมรสุม	0.67	วัดได้สอดคล้อง
25	การเข้าใจสาเหตุการเกิดความแปรปรวนของลมฟ้าอากาศ	1	วัดได้สอดคล้อง
26	การเข้าใจปรากฏการณ์ลานินญาและลานินโญ	1	วัดได้สอดคล้อง
27	ความเข้าใจผลที่เกิดจากความแปรปรวนของลมฟ้าอากาศ	1	วัดได้สอดคล้อง
28	ความเข้าใจความหมายการพยากรณ์อากาศ		วัดได้สอดคล้อง
29	ความเข้าใจการพยากรณ์อากาศ	1	วัดได้สอดคล้อง
30	การนำการพยากรณ์อากาศไปใช้	1	วัดได้สอดคล้อง

ตารางที่ 14 ค่าระดับความยาก (P) และค่าอำนาจการจำแนก (r) เป็นรายข้อของแบบวัดมโนทัศน์เรื่องบรรยากาศ

ข้อที่	ค่าระดับความยาก(P)	ค่าอำนาจการจำแนก (r)
1	0.58	0.55
2	0.88	0.21
3	0.63	0.52
4	0.54	0.69
5	0.54	0.69
6	0.79	0.67
7	0.71	0.67
8	0.54	0.21
9	0.54	0.23
10	0.58	0.38
11	0.54	0.38
12	0.58	0.40
13	0.54	0.38
14	0.83	0.33
15	0.63	0.21
16	0.87	0.38
17	0.58	0.38
18	0.58	0.35
19	0.75	0.83
20	0.58	0.58
21	0.58	0.85
22	0.54	0.36
23	0.54	0.40
24	0.54	0.71
25	0.67	0.36
26	0.54	0.28
27	0.58	0.83
28	0.54	0.69
29	0.67	0.58
30	0.67	0.83

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 15 ค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ระหว่างรายการประเมินกับพฤติกรรมที่ต้องการวัดของแบบประเมินความสามารถในการสร้างคำอธิบาย

รายการประเมิน	ค่า IOC	ความหมาย
การคาดคะเนคำตอบ	0.67	วัดได้สอดคล้อง
การเชื่อมโยงความสัมพันธ์ของข้อมูลกับปัญหา	0.67	วัดได้สอดคล้อง
การวางแผนค้นคว้าจากแหล่งเรียนรู้	0.67	วัดได้สอดคล้อง
การวิเคราะห์ข้อมูล	1.00	วัดได้สอดคล้อง
การให้เหตุผล	0.67	วัดได้สอดคล้อง
การนำเสนอแบบจำลอง	0.67	วัดได้สอดคล้อง
คำอธิบายจากแบบจำลอง	1.00	วัดได้สอดคล้อง

ตารางที่ 16 ขนาดของความสัมพันธ์ (r) การให้คะแนนของผู้วิจัยกับการให้คะแนนของผู้เชี่ยวชาญของแบบประเมินความสามารถในการสร้างคำอธิบาย

ลำดับที่	ขนาดของความสัมพันธ์ (r)
1	0.76

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ภาคผนวก จ

ภาพกิจกรรมการจัดการเรียนการสอนโดยใช้รูปแบบการเรียนการสอน EIMA

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ภาพกิจกรรมการจัดการเรียนการสอนโดยใช้รูปแบบการเรียนการสอน EIMA

นักเรียนทำการสำรวจตรวจสอบและวิเคราะห์ข้อมูล

นักเรียนสร้างแบบจำลองเพื่อสร้างคำอธิบาย

ตัวอย่างแบบจำลองที่นักเรียนสร้าง

ประวัติผู้เขียนวิทยานิพนธ์

นางสุรีรัตน์ จุ้ยกระยาง เกิดวันที่ 11 กันยายน พ.ศ. 2520 ภูมิลำเนา จังหวัดสุรินทร์ สำเร็จการศึกษาครุศาสตรบัณฑิต จากภาควิชามัธยมศึกษา (วิทยาศาสตร์) วิชาเอกวิทยาศาสตร์ทั่วไป-เคมี คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัยในปีการศึกษา 2543 และเข้าศึกษาต่อในหลักสูตรครุศาสตรมหาบัณฑิต คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัยในปีการศึกษา 2551

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย